Postverlagsort München

Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND

Die flache Fernseh-Bildröhre
Transistoren in der Ela-Technik
Kleinst-Oszillograf für den Fernseh-Service
Funktechnische Experimentiergeräte: 1. Das Netzanschlußgerät

mit Praktikerteil und Ingenieurseiten

1. JAN.-HEFT 1 PREIS: 1.20 DM

1957

KURZ UND ULTRAKURZ

Dezimeterwellen-Fernsehsender des SWF. Wie wir von der Technischen Abteilung des Südwestfunks erfahren, wird zur Zeit auf der Kinheimer Höhe bei Kröv an der Mosel ein Band-IV-Umsetzer betrieben. Er arbeitet in Kanal 15 = 492,25 MHz Bild- und 497,75 MHz Tonträgerfrequenz mit einer Senderausgangsleistung von 40 Watt für das Bild. Die effektive Leistung des Bildträgers beträgt in der Hauptstrahlrichtung *Trier* etwa 2 kW. – Der früher auf dem Merkur bei Baden-Baden aufgestellte Band-IV-Sender ist nicht mehr im Betrieb.

Lawrence-Röhre geht in die Massenfertigung. Die Lawrence-Farbfernseh-Bildröhre, die gegenüber der RCA-Farbfernseh - Bildröhre wesentlich lichtstärker ist, wird nun endlich in die Massenfertigung gehen. Der Patentinhaber hat der amerikanischen Firma DuMont eine Baulizenz erteilt, und es ist zu erwarten, daß diese Einstrahl - Bildröhre binnen Jahresfrist in großen Stückzahlen aufgelegt und anfangs für 85 $ pro Stück geliefert wird. DuMont hofft infolge des niedrigeren Röhrenpreises und einer verbesserten Schaltungstechnik eine Preissenkung für Farbfernsehempfänger von bisher 490 $ für das billigste Gerät auf 360 $ erreichen zu können.

Fernsehwerbewagen. Der Südwestfunk rüstet zur Zeit einen Spezialwagen mit Fernsehempfängern und einem Filmprojektor aus. Man wird damit vom Jahresbeginn an vorwiegend kleinere Orte des SWF-Sendegebietes besuchen und für das Fernsehen werben. Die mitgeführten Filme erläutern Fragen der Fernsehtechnik und der Programmgestaltung.

Großsendeanlage bei Graz. Am 24. November wurde auf dem 1445 m hohen Schöckl bei Graz die neue Großsendeanlage des Österreichischen Rundfunks in Betrieb genommen. Ein sturmsicherer Mast trägt die Antennen für den 60-kW-Fernsehsender (Kanal 7), für die beiden UKW-Rundfunksender und die Spiegel der Richtstrahlanlagen der österreichischen Postverwaltung. Die Kosten dieses Projektes belaufen sich auf 14 Mill. Schillinge (= rd. 2,3 Millionen DM).

Rundfunktechnische Mitteilungen. Infolge der Liquidation des NWDR verlegt der H. H. Nölke Verlag, Hamburg 20, ab Januar 1957 an Stelle der „Technischen Hausmitteilungen des Nordwestdeutschen Rundfunks" die *Rundfunktechnischen Mitteilungen*. Diese neue Zeitschrift wird vom Institut für Rundfunktechnik im Auftrage aller Rundfunkanstalten der Bundesrepublik und in West-Berlin herausgegeben. Sie hat die Aufgabe, unter einer erweiterten Schriftleitung auch in Zukunft die Verbindung zwischen allen Mitarbeitern der Technik des deutschen Rundfunks und darüber hinaus zu allen an der Rundfunktechnik interessierten Stellen im In- und Ausland zu pflegen.

Heimgerät für Fernseh-Bandaufnahmen. Aus Anlaß des fünfzigjährigen Berufsjubiläums des früheren Präsidenten der RCA, David Sarnoff, führte die Radio Corporation of America das Muster eines Magnetbandgerätes mit 26 Röhren für die Aufzeichnung von Fernsehsendungen im Heim des Teilnehmers vor. Die Aufnahmezeit liegt je nach Größe der Bandrolle zwischen 8 und 33 Minuten; die Bandgeschwindigkeit beträgt etwa 3 m/s und die aufgezeichnete Videobandbreite 2 MHz. Der Ton wird ebenfalls auf das gleiche Band genommen. Eine angekündigte Weiterentwicklung will die Aufzeichnungsdauer verdoppeln, indem mit Doppelspur gearbeitet wird

✱

In Bonn werden Klagen über die **mangelhafte Bildqualität des Fernsehumsetzers auf dem Venusberg** laut. Man nennt die Anlage etwas ironisch die „Selbstgestrickte", denn es ist ein Eigenbau des SWF, der eines Tages dem damaligen NWDR übergeben worden war. ✱ Im Ruhrgebiet richten immer mehr Zechen und Grubenverwaltungen **Alarmfunknetze auf UKW im 38-MHz-Bereich** ein. Der werkseigene Sender wird von den Alarmempfängern in den Wohnungen der Angehörigen der Grubenwehren aufgenommen. ✱ Texas Instruments, Inc. (USA), liefert ausgesuchte **Flächentransistoren** mit wirksamer **Verstärkung bis 250 MHz** und **Schwingfähigkeit bis 400 MHz;** sie kosten als Germaniumtransistoren 20 $ und als Siliziumtransistoren 34 $ pro Stück! ✱ Die BBC in London hofft in Kürze eine Anlage für das **Aufzeichnen von Fernsehsignalen auf Magnetband** aus eigener Entwicklung versuchsweise im Studio einführen zu können. ✱ Englische Kurzwellenamateure dürfen jetzt **mit Leistungen bis zu 50 Watt den Bereich 70,1... 70,5 MHz** benutzen mit Ausnahme eines Gebietes von 80 km Radius um das große Radioteleskop Jordrell Banks bei Manchester. ✱ Während der ersten acht Monate des Jahres 1956 wurden **in den USA 7 Millionen Transistoren** im Werte von 19,7 Millionen $ hergestellt (im gleichen Zeitraum des Jahres 1955: 1,7 Millionen Stück für 6,4 Millionen $). ✱ Eine Dortmunder Spezialfirma führte Interessenten einen **leicht zusammenzubauenden Antennenmast aus Aluminium-Speziallegierung** vor; er wog bei 60 Meter Höhe nur 780 kg und konnte von 5 Mann innerhalb von 1½ Tagen errichtet werden. ✱ Zwischen der Teldec-Schallplattengesellschaft und dem ostzonalen VEB Deutsche Schallplatte besteht eine **Co-Produktion für Platten mit leichter Musik und Schlager;** „Eterna" (ostzonale Marke für Platten mit ernster Musik) und die Deutsche Grammophon Ges. stehen ebenfalls in einem Austausch. ✱ Der Bayerische Rundfunk bemüht sich um zwischenstaatliche Vereinbarungen, damit der **Fernsehsender auf dem Ochsenkopf,** der im Stockholmer UKW-Plan nicht vorgesehen war, von jetzt 1/0,2 kW Strahlungsleistung auf 100/20 kW verstärkt werden darf (Kanal 5).

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Dezember 1956

	A) Rundfunkteilnehmer		B) Fernsehteilnehmer	
Bundesrepublik	12 952 638	(+ 54 906)	594 825	(+ 41 312)
Westberlin	793 614	(+ 2 934)	27 199	(+ 2 137)
zusammen	13 746 252	(+ 57 840)	622 024	(+ 43 449)

Unser Titelbild: **Zwanzig Meter tief auf dem Grund des Silver Spring in Florida untersuchte die Unterwasserkamera Höhlen und bizarre Gesteinsbildungen. Fast 45 Millionen Amerikaner sahen diese erregende Direktsendung der National Broadcasting Corporation.**

Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion

Nachstehend veröffentlichen wir Briefe unserer Leser, bei denen wir ein allgemeines Interesse annehmen. Die einzelnen Zuschriften enthalten die Meinung des betreffenden Lesers, die mit der der Redaktion nicht übereinzustimmen braucht.

Zum nächsten Empfänger-Jahrgang

FUNKSCHAU 1956, Heft 20, Seite 839

Das deutsche Radiogerät droht sich vom Gebrauchsgegenstand zum Spielzeug zu entwickeln. Vor lauter Tasten, Hebeln, Knöpfen und Rädchen hat man ganz vergessen, was überhaupt Bedienungskomfort heißt, nämlich: mit möglichst wenig Reglern möglichst viel zu erreichen. Vor dem Kriege gab es als Ideal einmal die Einknopf-Bedienung. Jetzt ist die Dutzend-Knopf-Bedienung bereits weit überschritten. Zum Bedienungskomfort gehört m. E. auch die automatische UKW-Scharfabstimmung. Meines Wissens wendet sie nur noch eine Firma (Saba) in einer sehr schönen, leider auch nicht gerade billigen Motor-Electronic-Ausführung an. Man sollte sich wieder auf die rein elektrische Art besinnen, oder auf eine fühlbare Abstimmung. Genau so wie die Leuchtwinkel des Magischen Auges müßte man ebenso einfach die Feldstärke eines Magneten am Skalenantrieb steuern können.

Die UKW-Grobabstimmung wurde bereits durch den Duplexantrieb erleichtert. Man könnte aber diesen Bedienungskomfort durch ein einfaches Mittel noch ganz erheblich steigern: Aufteilung der Skalenbeleuchtung in zwei waagerechte Bänder; die obere Hälfte beleuchtet die AM-Stationsskala, die untere Hälfte die UKW-Skala. Je nach eingeschaltetem Wellenbereich leuchtet die obere oder untere Hälfte der Skala auf. Der Blick würde dadurch zwangsläufig auf den richtigen Zeiger gelenkt werden.

J. E., Oldenburg i. O.

Nochmals: Kondensator für 20 Pfennige verdarb Fernseh-Übertragung

FUNKSCHAU 1956, Heft 18, Seite 756

Zu dieser Leserzuschrift äußert sich eine Kondensatorenfabrik wie folgt:

„Es handelt sich bei dem fraglichen Kondensator nicht um unser Fabrikat. Um aber keine irrige Meinung aufkommen zu lassen, glauben wir berechtigt zu sein, auch für die betreffende Lieferfirma eine Lanze brechen zu müssen. Wenn an einer so kritischen Stelle wie der geschilderten ein 20-Pfennig-Kondensator verwendet wurde, so dürfte für den Ausfall dieses Bauteiles und die daraus resultierenden Auswirkungen nicht die Kondensatorenfabrik, sondern der Hersteller der Anlage verantwortlich sein. Die erstere hat wahrscheinlich gar keine Kenntnis davon, an welcher Stelle ein irgendwohin gelieferter Kondensator später verwendet wird und demzufolge auch keine Möglichkeit, fachmännisch mitzuwirken oder von der Verwendung abzuraten. Vielleicht war der betreffende Kondensator für diesen Zweck garnicht geeignet. Der Hersteller der Anlage hätte die Pflicht gehabt, zweckmäßigerweise ein hochwertiges Fabrikat in Sonderausführung zu nehmen. – Herr H. K. verfügt offenbar über keine Sachkenntnisse im Kondensatorenbau, wenn er der betreffenden Lieferfirma rät, ein ‚besseres Material' zu verwenden. Für Kondensatoren der erwähnten Art wird von sämtlichen Fabriken das gleiche Material der hierfür in Frage kommenden monopolartigen Lieferfirma verarbeitet. Auf die an sich zweifellos vorhandene Güte dieses Materials hat die Kondensatorenfirma keinen Einfluß."

Blitzentladungen gehen oft seltene Wege

Ich saß beschäftigt an meinem Schreibtisch, während Sonnenschein mit kleinen Schneeschauern abwechselte. Als es ganz dunkel wurde, sah ich vom Fenster einem starken Hagelschauer zu. Neben dem Zimmerfenster, etwa einen halben Meter vom Häuschen, steht ein Holzmast als Antennenträger auf einem Kugellager drehbar. Die Hauptlagerung ist an einem vorstehenden Dachbalken befestigt. Am oberen Teil des Mastes befinden sich zwei Yagi-Antennen für verschiedene Fernseh-Bänder und ein UKW-Rundfunk-Schleifen-Dipol. Die Zuführungen kommen verdrillt in größeren Abständen voneinander über Isolatoren am Mast herunter. Da nicht alle Antennen im Betrieb waren, befanden sie sich zu kleinen Ringen von 4 bis 5 Windungen von etwa 25 cm Durchmesser aufgewickelt und geerdet an der Wasserleitung kurz neben dem Fenster. Zwischen den geerdeten Ringen hing ein ungeerdeter; die anschließende Leitung führte durch den Fensterrahmen, war an der Innenwand zu einem Ring aufgewickelt und hing lose über dem Schreibtisch, an dem ich saß.

Plötzlich erschreckten mich zwei Funken, die von diesem UKW-Kabelring etwa 7 cm weit zu einer geerdeten Litze sprangen. Im gleichen Augenblick hörte ich den Donner rollen. Kaum daß ich an Gewitter dachte, knallte es noch einmal lauter und die Funken sprangen diesmal bis zu einer Lichtleitung in 12 cm Abstand über, dabei wieder Donner in der Umgebung.

Es müssen also in den UKW-Bandkabelringen, die nicht geerdet waren, durch die Kopplung hohe Spannungen induziert worden sein, die sich durch Überschläge zur nächsten Erdleitung entluden. Blitzentladungen gehen seltsame Wege – selbst ein kleiner ungeerdeter Anlagenteil kann leicht zu einer Gefahrenquelle werden.

R. W., Neubiberg

Luxemburg-Effekt und Mittelwellenempfang

In die Diskussion der FUNKSCHAU um die Verbesserung des Mittelwellenempfanges sollte unbedingt der „Luxemburg-Effekt" einbezogen werden. Gegen diese Störung hilft nämlich auch ein noch so großer Aufwand an Vor- und Sperrkreisen oder Ferritantennen nichts, denn die fremde Modulation wird bereits durch Kreuzmodulation in der Ionosphäre übernommen. Sie betrifft daher auch Sender mit Exklusivwellen, wenn sie ungefähr auf einer Linie zwischen dem Empfangsort und dem störenden Großsender liegen. Hauptquelle der Störung, die man erstmalig nach Inbetriebnahme des für die damalige Zeit sehr starken Langwellensenders Luxemburg beobachtete, ist heute der 1000-kW-Sender der „Stimme Amerikas" auf

173 kHz mit Standort Erding bei München. Diese Station wirkt hier mehr oder minder stark auf alle Mittelwellensender in einem breiten Sektor von Nordost bis Südost. Der Grad der Störmodulation erreicht in manchen Fällen bis zu 15 %, so daß sie von der Nutzmodulation kaum zu unterscheiden ist. Die Störungen gleicher Art durch Luxemburg und Europa I sind dagegen vergleichsweise gering.

Durch Verringerung der Leistung und des stets überhöhten Modulationsgrades des Senders Erding ließen sich die Störungen vermeiden, doch wird man sich in dieser Richtung kaum Hoffnung machen dürfen. Im „Lehrbuch der Hochfrequenztechnik" von Vilbig ist zu lesen, daß die Art der Antenne des Nutz- und des Störsenders erheblichen Einfluß auf den Luxemburg-Effekt hat. Vielleicht läßt sich damit etwas verbessern. Immerhin bestehen auffallende Unterschiede im Störgrad selbst bei Sendern, die ähnlichen Standort und ähnliche Frequenz haben. Oder weiß einer Ihrer Leser sonst ein Hilfsmittel gegen den Luxemburg-Effekt? *G. W., Freiburg i. B.*

Die Einbanddecken sind in Arbeit

Damit Sie aus der ersten Quote an FUNKSCHAU-Einbanddecken, die wir von der Buchbinderei erhalten, beliefert werden können, benötigen wir Ihre Bestellung so bald wie möglich. Bitte bestellen Sie – falls nicht bereits geschehen – sofort nach Empfang dieses Heftes.

Wir fertigen in diesem Jahr:

Schmale Einbanddecken, passend für den kompletten Jahrgang 1956, jedoch *nur den Hauptteil* umfassend, also *ohne* die äußeren Anzeigen- und Nachrichtenseiten und *ohne* den Umschlag;

Breite Einbanddecken, passend für den kompletten Jahrgang 1956 *mit sämtlichen* Seiten, also auch mit den Anzeigen- und Nachrichtenseiten und *mit* Umschlägen.

Preis der Einbanddecken 3.30 DM je Stück zuzügl. 50 Pfg. Versandkosten

FRANZIS-VERLAG . MÜNCHEN 2 . LUISENSTRASSE 17

Postscheckkonto München 5758

Elektronik-Kurse für die Jugend

Der Gedanke, die Jugend mit den Grundzügen der Elektronik vertraut zu machen, zieht immer weitere Kreise. So wurde in der Zeit vom 19. bis 25. November 1956 im Jugendhof Steinbach bei Euskirchen ein solcher Kurs durchgeführt. Alle Teilnehmer hatten den Wunsch, in Fortsetzungskursen noch mehr über dieses interessante Thema zu erfahren. Wie interessant die Deutschen im Ausland diese Arbeit finden, geht aus einem Brief hervor, den Willi Steinlechner, Victoria BC. Canada, an den Kursleiter schrieb: „In der FUNKSCHAU fand ich Ihren Beitrag „Elektronik und die Jugend" in Heft 16/1956, der mir sehr gefallen hat. Leider hat er einen Nachteil, hier im Ausland können wir ja nur sehr schwer Einzelteile aus deutscher Fertigung erhalten. Beim nächsten Beitrag bitte dem Grundsatz entsprechen: Wenn mans nicht hat, kann man sich mit selbstgemachten Teilen helfen!"

Ja, man sieht, auch im Ausland finden die Aufsätze in der FUNKSCHAU Interesse. Briefe ähnlichen Inhalts kamen auch aus Tripolis, Sao Paulo und anderen Ländern, was beweist, wie genau die Veröffentlichungen auch im Ausland verfolgt werden. Ing. Karl Zatloukal

Kurz und ultrakurz . . . weitere aktuelle Nachrichten

Großaufgebot elektronischer Technik. Die beiden Partei-Konvente in Chicago und San Francisco wurden mit 73 000 „Kanal-Meilen" Richtfunkstrecken auf 400 Fernsehsender der USA übertragen. Außerdem waren 1600 Rundfunksender angeschlossen. 760 000 Meilen Kabel verbanden über 600 Fernschreiber in allen Teilen der USA. In den Hallen waren insgesamt 95 Fernsehkameras eingesetzt. Von besonderem Interesse waren die verwendeten tragbaren Fernsehsender für Reporter (FUNKSCHAU 1956, Heft 18, Seite 755 und Heft 19, Titelbild und Seite 796) sowie die Subminiaturkamera von Grundig, die das ABC-Sendernetz benutzte (FUNKSCHAU 1956, Heft 18, Seite 757).

Zu viele Meßwerte? Bei der drahtlosen Übermittlung von Meßwerten aus Überschallflugzeugen und funkgesteuerten Raketen bei Testflügen ist die Kapazität der Nachrichtenkanäle und vor allem der Auswerteeinrichtungen rasch erschöpft, wie auf der letzten IRE-Tagung in New York berichtet wurde. Die in Impulse umgewandelten Meßwerte liegen bei maximal 24 000 pro Sekunde, so daß sich bei längerer Dauer der Versuchsflüge zu viele Daten ansammeln und nicht mehr ausgewertet werden können. Mit Hilfe eines neuartigen Elektronengehirns ist eine Reduzierung der Informationen auf das Wesentliche möglich geworden, sozusagen eine Auslese aus den drei Millionen Einzelzeichen, wie sie bei einem 8-Minuten-Versuchsflug anfallen.

Vollautomatisches Fernsehstudio. Die NBC entwickelt in New York Pläne für einen automatisch gesteuerten Studiobetrieb. Man will Kamerafahrten, Objektivwechsel, Änderung der Einstellungen, Beleuchtung und Kulissenumbau ähnlich einem Programm für eine elektronische Rechenmaschine als Impulse auf einem Magnetband fixieren und über entsprechende Regelanlagen die Motoren der Kameras und ihrer fahrbaren Stative, der Kulissenbewegungsanlagen usw. steuern. Im Studio selbst werden diesen Plänen zufolge nur noch die Schauspieler und die Ansager verbleiben.

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

29. Jahrg. 1. Januar-Heft 1957 Nr. 1

Aus dem Inhalt: Seite

Der Fernsehempfänger von Morgen

Damit kein Irrtum aufkommt: nachstehend soll wirklich vom Fernsehempfänger der nächsten Zeit gesprochen werden, nicht aber vom utopischen Gerät einer zügellosen technischen Phantasie. *Zwei Probleme* bewegen den Techniker besonders, und man sollte sie am Jahresanfang in aller Ruhe durchdenken.

Zuerst wäre die *Bildröhrengröße* zu nennen. Wie wir an anderer Stelle dieses Heftes (Seite 32) in einer wirtschaftlichen Betrachtung ausführen, verlagert sich die Gunst des Publikums auf das 53-cm-Gerät. Wir wissen, daß Empfänger mit großem Schirm selbst von jenen Interessenten erworben werden, die wegen ihres relativ kleinen Wohnraumes mit dem 43-cm-Modell gut bedient wären. Dabei verfängt auch nicht das Argument vom „unförmigen Gehäuse" des Tischempfängers mit der 53-cm-Bildröhre. Vielmehr nähern wir uns italienischen Verhältnissen; in diesem südlichen Land wird bereits jetzt mehr als die Hälfte aller Fernsehempfänger mit dem großen Bildschirm verkauft. Die Industrie wird sich dieser neuen Lage anpassen müssen.

Die zweite Frage betrifft das schaltungsmäßig *einfach aufgebaute Fernsehgerät*, das mit einem 43-cm-Bildschirm um 700 DM kostet. War dieser für regional günstige Empfangsverhältnisse entworfene Empfänger ein Erfolg? Hier sprechen, wie immer in unserer Branche, auch viele nicht-technische Faktoren mit. Das deutsche Publikum greift in der Regel zum teureren Erzeugnis – nicht nur beim Fernsehgerät! Mag ein einfaches Modell am betreffenden Empfangsort durchaus genügen – der Fachhändler wird es trotzdem nicht immer verkaufen können. Auf jeden Fall kommt es beinahe entscheidend auf seine Tätigkeit und Fähigkeit an, ob das mit weniger Röhren bestückte Gerät verkauft – oder ob es nur als „abschreckendes Beispiel" im Laden vorgezeigt wird (um es etwas überspitzt auszudrücken ...). Soweit wir informiert sind, wird sich das billigere Gerät gegenüber dem Standardmodell der 800- bis 850-DM-Klasse in dieser oder jener Form halten; allerdings sind an die Nachbarkanaldämpfung bei zunehmender Senderdichte gewisse Mindestforderungen zu stellen. Auch möchten Bildqualität und Synchronisierfestigkeit nicht zu sehr gegenüber dem teureren Modell absinken ... flugs ist man mit solchen Forderungen beim Normalempfänger gelandet! Vielleicht gibt es zukünftig so etwas wie ein Zwischenmodell; es liegt im Aufwand zwischen dem bisher einfachsten Gerät und dem Standardempfänger, hält aber zu letzterem einen deutlichen Preisabstand.

Wenn die FUNKSCHAU in Heft 24 auf Seite 1026 über die erste amerikanische Bildröhre mit 110°-Ablenkung und die interessante, flache Gabór-Röhre berichtete (und wenn sie über letztere auf Seite 5 einen ausführlichen Beitrag abdruckt), so ist damit vor allem der *Chronistenpflicht* Genüge getan. Wir sind uns klar darüber, daß wir in den nächsten Jahren keinen nur 23 cm tiefen, also sehr flachen, Fernsehempfänger mit einem 53-cm-Bildfenster bekommen werden. Der Sprung aus dem Labor in die Fertigung ist für diese sehr komplizierte Röhre – *Bildkasten* wäre ein besserer Ausdruck – recht schwer, und wir wagen nicht zu entscheiden, ob diese Konstruktion, vom Prinzipiellen her gesehen, Aussicht auf Anwendung im Unterhaltungssektor hat. Dagegen ist die Bildröhre mit einem maximalen Ablenkwinkel des Katodenstrahles von 110° eine Entwicklung von realer Zukunftsbedeutung.

Im Eingang der Standard- und Hochleistungs-Fernsehempfänger von Morgen wird häufig eine der E 88 CC ähnliche *Doppeltriode* zu finden sein. Man wird damit den Ausflug in die kommerzielle Röhrentechnik mit ihren vom Gewohnten abweichenden Lieferungs- und Garantiebedingungen vorerst beenden. Die dabei erworbene Fertigungstechnik muß aber beibehalten werden, anders läßt sich die verlangte Steilheit im Bereich um 12 mA/V nicht erreichen.

Band IV, die Dezimeterwellen also, werden in naher Zukunft für den Fernsehtechniker zum täglichen Umgang gehören. Wir erinnern an den Leitartikel im letzten Heft der FUNKSCHAU, in dem auf die bedingte Freigabe des Bereiches zwischen 470 und 585 MHz durch die Deutsche Bundespost hingewiesen wurde. Neben Versuchssendern der Rundfunkanstalten (vgl. „Kurz und Ultrakurz" in diesem Heft) regen die wenn auch regional begrenzten Empfangsmöglichkeiten der amerikanischen Truppenfernsehsender in Bitburg und Landstuhl zum Beschäftigen mit diesem Gebiet an; beide Stationen arbeiten in Band IV und können nach einigem Verstellen der Bild- und Zeilenfrequenzregler und nach Auslegen des Einganges für Dezimeterwellen auch mit deutschen Fernsehempfängern aufgenommen werden. Wir veröffentlichten bereits einige Aufsätze über die zweckmäßige Konstruktion des Dezimeterwelleneinganges handelsüblicher Fernsehempfänger, und wir werden die damit begonnene Einführung in dieses Gebiet für den Praktiker mit einer Arbeit fortsetzen, die die Anwendung normaler Röhrentypen (PCC 84, P CC 85) im Dezi-Tuner beschreibt. Unsere Leser werden erkennen, daß mit diesen handelsüblichen Röhren im Dezimeterbereich nicht nur eine merkbare Hf-Vorverstärkung anstelle einer effektiven Dämpfung bei Verwendung der teuren Silizium-Mischdiode zu erreichen ist, sondern auch der Störstrahlung wirksam entgegengetreten werden kann. Kommerzielle Dezimeterwellen-Röhren, wie sie auf Seite 15 dieses Heftes behandelt werden, sind daher für *Fernsehempfänger* nicht erforderlich.

Karl Tetzner

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde
Besitzer: G. Emil Mayer, Buchdruckerei-Besitzer und Verleger, München (1/2 Anteil), Erben Dr. Ernst Mayer (1/2 Anteil)

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20 eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post.

Monats-Bezugspreis 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstr. 17, Eingang Karlstraße. – Fernruf: 5 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a – Fernruf 63 79 64

Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155. Fernruf 71 67 68 – Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. – Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. – Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. – Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. – Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

IVW

Rückblicke und Ausblicke in der Mikrowellentechnik

Von Prof. Dr. Fritz Schröter, Ulm

Prof. Fritz Schröter 70 Jahre

Man muß weit in die Anfänge der Glimmlampen- und Neonlicht-Technik zurückgehen, um die ersten Arbeiten von Fritz Schröter zu finden. Der am 28. Dezember 1886 in Berlin Geborene arbeitete nach seinem Studium der physikalischen Chemie und Elektrotechnik an den Technischen Hochschulen Lausanne und Berlin ab 1910 an der Entwicklung der Glimmröhre und der Einführung des Neons in die Lichttechnik. 1915 übernahm er die Studienabteilung der Julius Pintsch AG und untersuchte hier Eigenschaften und Verhalten der Glimmlampe als Indikator und Spannungsstabilisator, der Kaltkatodenröhre und erster Ausführungen von Leuchtstoffröhren. Im Verlauf seiner Arbeiten am Glimmverstärker nahm er Fühlung mit Telefunken auf; am 1. August 1923 trat er dort als Vorstand der technischen Abteilungen unter Graf Arco ein. Während seiner 33jährigen, nur in den Nachkriegsjahren für einige Zeit unterbrochenen Tätigkeit für Telefunken – er war bis 1945 Leiter der gesamten Forschung dieser Firma – richtete Prof. Schröter sein Hauptaugenmerk auf Bildfunk und Fernsehen. Das von ihm zusammen mit Prof. Karolus (Leipzig) entwickelte Bildfunksystem konnte Erstverbindungen über Kabel zwischen Berlin und Wien und 1925 auch über Funk via Königswusterhausen herstellen. Später wurden die Strecken nach Rom und Moskau, nach Rio de Janeiro (1926) und nach Nanking (1930) eingerichtet. Ab 1926 widmete sich Prof. Schröter vornehmlich dem Fernsehen; bereits in diesem Jahr schlug er die Verwendung der Ultrakurzwellen für Fernsehübertragungen vor. Seine vielen grundlegenden Arbeiten lassen sich nur in Stichworten wiedergeben: 1926 Kerr-Optik mit Spiegelrad und Glimmlampe, 1928 erste Versuche mit der gasgefüllten Braunschen Röhre, 1930 erste Vorführungen damit, 1930 Patent auf „Zeilensprung" im Fernsehbild. Ein Jahr später wurde Dr. Fritz Schröter zum Honorarprofessor an der TH Berlin-Charlottenburg ernannt.

1932 entwickelte er den ersten Telefunken-Fernsehempfänger mit Braunscher Röhre, 1934 wird das Zeilensprungverfahren mit dem Linsenkranzabtaster auf der Senderseite eingeführt. 1936 erfolgt der erste praktische, langdauernde Einsatz des unabhängig von Zworykin (USA) entwickelten Super-Ikonoskops für die Fernsehkamera. 1939 wird die erste Rechteck-Bildröhre, bestimmt für den Einheitsfernsehempfänger E 1, zur Reife gebracht. – Die Arbeiten Prof. Schröters während des Krieges betrafen unter anderem ein hochzeiliges Fernsehsystem (2000 Zeilen) und ein Verfahren für die Bildschnelltelegrafie.

1945 ging Prof. Schröter zur Compagnie des Compteurs, Montrouge bei Paris; in diese Zeit fallen seine Vorschläge für die 625-Zeilen-Fernsehnorm. 1950 bis 1955 leitete er am Instituto Nacional de Electronica, Madrid, die Ausbildung spanischer Wissenschaftler und elektronische Forschungsarbeiten. Vor einem Jahr kehrte Prof. Schröter nach Deutschland zurück. Er lebt heute in Ulm und liest neben seiner beratenden Tätigkeit für Telefunken an deutschen Universitäten. Spezielle Arbeitsgebiete sind Höchstfrequenztechnik, das Speicherprinzip in der Radar- und Fernsehtechnik und das Farbfernsehen. Einen Teil seiner Arbeitskraft widmet er der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Ausschuß für Funkortung.

*

Professor Schröter blickt auf ein reiches, der Wissenschaft gewidmetes Leben zurück. Ungeachtet seines Alters – in dem die meisten Menschen der Ruhe pflegen – ist er rastlos tätig, Neues erarbeitend und ihm Vertrautes dem wissenschaftlichen Nachwuchs weitergebend. Wir wünschen ihm von Herzen Erfolg und viele Jahre guter Gesundheit.

Die Entwicklungsgeschichte der Technik bietet Beispiele genug für den schraubenlinienförmigen Verlauf des Fortschritts, für die ansteigende *Spirale*, auf der im gleichen Azimut der nächst höheren Windung im wesentlichen gleiche Elemente und Verfahren, jedoch in weit vervollkommneter, zu neuer Bedeutung gelangter Form, wiederkehren. Diese typische Spirale des Fortschrittes erkennen wir zum Beispiel bei den Codierverfahren der Nachrichtenübertragung: Morse- und Fünfercode, in ihrer Anwendung einstmals auf die Telegrafie beschränkt, haben sich in der neuzeitlichen *Telefonie*technik als grundlegende Prinzipien verbesserter Modulationsverfahren ausgewirkt („pulse code modulation"), und es ist nicht schwer, vorauszusagen, daß wir ihnen auf der entsprechenden Stelle der nächsten Windung der Spirale bei der *Fernseh*übertragung wieder begegnen werden, wenn auch mit mancherlei Änderung im rein äußerlichen Gewande.

Hier soll uns ein anderes Beispiel für den schraubenlinienförmigen Aufstieg der Technik beschäftigen: wohlbemerkt die *Voraussicht* einer künftigen Wiederkehr des gleichen Prinzips auf einer Ebene höheren technischen Könnens, vervollkommneter Arbeitsmittel und vielfach gesteigerten Bedarfs. Es handelt sich dabei um das Gebiet der neu erschlossenen Mikrowellen des Zentimeter- und Millimeterbereichs, jener Wellenlängen, die heute auf den Richtfunkstrecken für Fernsehen und Vielfachtelefonie und bei Radar-Anlagen breiteste Verwendung finden. Die großartige Entwicklung der Laufzeitröhren, die in den Formen der Scheibentriode, des Reflexklystrons und der Wanderfeldröhre neben dem Vielschlitz-Magnetron zu so breiter Bedeutung gediehen sind, gab die Grundlage für die genannten Anwendungen; die Verfahren jedoch, nach welchen diese Röhren betrieben bzw. ausgenutzt werden, und die Gesichtspunkte ihrer physikalischen Entwicklung und konstruktiven Ausführung wurzeln noch ganz in den Vorstellungen und Tendenzen der hergebrachten Hochfrequenz-Nachrichtentechnik. Wir wollen hier untersuchen, ob und inwieweit es an der Zeit ist, sich von diesem Hergebrachten loszusagen und neue Wege zu beschreiten – um zu erkennen, daß wir im Grunde nicht mehr getan haben, als uns auf der Fortschrittsspirale seit dem Beginn der drahtlosen Technik um eine ganze Windung aufwärts zu bewegen.

Bekanntlich hat am Anfang dieser Technik die Erzeugung und Verwendung *gedämpfter* Wellen gestanden, wie sie der einfache *Hertz*sche bzw. *Righi*sche Funkenoszillator und später *Marconis* rotierende Funkenstrecke, ja auch noch die *Wien*sche Löschfunkenstrecke hervorbrachten. Warum bedeutete damals der Lichtbogengenerator und nach ihm die Hochfrequenzmaschine, schließlich der Röhrensender einen so außerordentlichen Fortschritt? Nun, in jener Ära, deren Hauptziele die Überbrückung immer größerer terrestrischer Entfernungen und die Verwirklichung der drahtlosen Telefonie waren, stand die Herstellung ungedämpfter Wellen und möglichst großer Hochfrequenzleistungen im Vordergrund des Interesses. Die ungedämpfte Schwingung allein gestattete die volle Ausnutzung der Resonanz im Empfänger und damit die *selektive* Abstimmung, beides Vorbedingungen für große Reichweite der Sendung. Der rückgekoppelte oder fremderregte Röhrensender brachte als Generator ungedämpfter Wellen die trägheitslose Modulierbarkeit von deren Amplitude und damit die Errungenschaften der Funktelefonie, des Rundfunks und des Fernsehens. Kein Wunder, daß sich auf diesem bewährten Geleise die Denkweise der Techniker weiterbewegte.

Dies war aber noch aus einem anderen, entscheidenden Grunde gerechtfertigt: der Wellenmangel, der sich im Äther alsbald kritisch bemerkbar machte, erforderte die vollständigste Ausnutzung jedes irgendwie begrenzten Frequenzbandes für den innerhalb seiner Grenzen übertragenen Nachrichtenfluß. Und dies ließ sich nur mit modulierten ungedämpften Wellen, wie sie eben der Röhrensender lieferte, erreichen, denn nur bei diesem ist das Frequenzspektrum einer Sendung auf das Minimum des Notwendigen beschränkbar, während eine Technik gedämpfter Wellen, hätte man sie überhaupt für die erwähnten Zwecke realisieren können, an der übermäßigen Breite des beanspruchten Frequenzraumes mit Sicherheit gescheitert wäre.

Warum stellen wir uns trotzdem die Frage, ob und inwieweit im Gebiet der Mikrowellen eine Rückkehr zu gedämpften Schwingungen denkbar sei? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir von den künftigen Anwendungen ausgehen, die gedämpfte Oszillationen im Zentimeter- und Millimeterbereich mutmaßlich finden werden. Eine kurze historische Rückschau auf persönliches Erleben des Verfassers sei in diesem Zusammenhange gestattet.

Ben Akibas Ausspruch, alles sei schon einmal dagewesen, läßt sich trefflich auf das im folgenden Berichtete anwenden – er ist überdies nur ein anderer Ausdruck der Tatsache des Fortschreitens der Technik längs einer aufsteigenden Spirale. Es ist die Aufgabe des technischen Nachwuchses, die Verfahren und die eingesetzten Mittel zu verbessern; es ist sein Recht, zweckmäßigere und anschaulichere Bezeichnungen zu prägen. Es ist aber oft auch sein Schicksal, zu erfahren, wie groß *Ben Akibas* Weisheit gewesen ist. Wenn wir heute von einer im Werden begriffenen *Impulstechnik* sprechen, so sollten wir nicht vergessen, daß diese moderne Errungenschaft

ihre Vorgänger hatte, sehr ähnliche Vorgänger, abgesehen vom Namen.

Bei Versuchen, die ein Mitarbeiter des Verfassers, Herr *W. Ludenia*, in den Jahren 1928 bis etwa 1930 im Rahmen eines allgemeineren Forschungsprogramms der Telefunken-Gesellschaft anstellte, wurden Wellen des Dezimeterbereichs mittels Miniatur-Funkenstrecken erzeugt. Das war damals keineswegs neu, *Ludenia* fand aber für diese stark gedämpften Schwingungen verschiedene, dazumal durchaus originelle Anwendungen. Eine derselben war die später bei dem bekannten „Würzburg"-Gerät für Funkortung benutzte Methode des in der Brennfläche eines Parabolspiegels rotierenden Dipols. Eine zweite Anwendung führt zu unserem Thema zurück: Sie ist eine ausgesprochene Vorgängerin der Impulstechnik. Speist man nämlich die Funkenstrecke mit der modulierten Anodenwechselspannung einer Verstärkerröhre, an deren Gitter die Sprechspannung eines Mikrofons liegt, so ändert sich die zeitliche Dichte, die Häufigkeit der Funkenentladungen im Rhythmus der Telefonie, die auf solche Weise schon damals ebenso einfach wie deutlich auf einen Detektorempfänger übertragen werden konnte. Verfasser hat die Erklärung dieses überraschenden Phänomens in Publikationen aus jener Zeit gegeben:

Bild 1. Ludenia-Funkensender für λ = 25 cm (1928); in der Brennachse des Parabolspiegels befindet sich der lineare Hertz'sche Oszillator

Die Funkenstrecke liefert, da die Durchschlagspannung konstant bleibt, einzelne Energieimpulse gleichbleibender Leistung in Gestalt stark gedämpfter Schwingungen; aber in Abhängigkeit von der Augenblickshöhe der modulierten Speisespannung, die dem Anodenkreis der Röhre entnommen wird, wird die Zahl der möglichen Funkenentladungen je Zeiteinheit größer oder kleiner, und dies geschieht genau im Rhythmus der steuernden Mikrofonamplitude. Es liegt der in der heutigen Impulstechnik interessierende Fall einer Häufigkeits- oder Dichtemodulation vor, wobei die einzelnen Impulse gleichfalls konstante Höhe haben.

Nun ja, wird man sagen, eine solche Erklärung lag wohl nahe; aber was hat ein derartiger Einzelerfolg gegenüber einer später geschaffenen Technik zu bedeuten, die dank den Fortschritten der Röhrenentwicklung auf breiter Basis mit ungedämpften Mikrowellen zu arbeiten gelernt hat und damit jede überhaupt in Frage kommende Anwendung auf dem gesamten Hochfrequenzgebiet beherrscht?

Die zukünftige Bedeutung der Ausnutzung des einfachen Schwingungserzeugers, den die Funkenstrecke im Prinzip darstellt, scheint dem Verfasser in folgendem zu liegen: Während der *Hertz*sche Oszillator schließlich versagen mußte, als es galt, den Erdball funkentelegrafisch zu umspannen, wird er sehr wohl imstande sein, den Anforderungen einer neuen Technik zu genügen, die ihm nicht nur keine großen Reichweiten zumutet, sondern auch noch für bestimmte Anwendungen Leitungswege zur Verfügung stellt, längs deren

Prof Dr. Schröter im Kreise seiner Mitarbeiter bei Telefunken. Sitzend von links nach rechts: Dr. Gundert (Röhren- und Halbleiterentwicklung), Prof. Schröter, Dipl.-Ing. Andrieu (Forschungsinstitut). – Stehend von links nach rechts: Ing. Halbeck (Röhren- und Halbleiterentwicklung), Physiker Otto (Röhren- und Halbleiterentwicklung), Dipl.-Ing. Dirbach (Bild- und Oszillografenröhrenprüffeld), Dr. Schaffernicht (Röhren- und Halbleiterentwicklung), Dipl.-Ing. Kettel (Forschungsinstitut).

seine Strahlen sich mit besonders kleinen Verlusten fortpflanzen können. Hinzu kommt, daß in dem Zentimeterwellengebiet, von dem hier die Rede ist, die Selektion der Nachricht nicht durch Abstimmung auf die gewünschte Frequenz, sondern fallweise durch Bündelung der Strahlung zu engen Kegeln erfolgt, daß ferner die Eigenart der zu besprechenden Anwendungen oft eine große Trennschärfe überflüssig macht und die Modulation grundsätzlich durch die Häufigkeit unter sich gleicher Impulse oder deren Phasenlage innerhalb bestimmter Zeitintervalle, womöglich auch durch Impuls-Codes (Impulsgruppen mit variabler Ja-Nein-Verteilung) übertragen wird. Was zählt, ist lediglich die *Energie*, die jeder als gedämpfter Schwingung abgegebene Impuls beinhaltet.

Was die Einfachheit des Aufbaus und Betriebes betrifft, so ist sie besonders für den Masseneinsatz von Funkenoszillatoren bestechend. Freilich ändert der primitive *Hertz*sche Entladestreckengeber seinen Habitus erkung zu bringen, und wir kommen so zu dem Vorbild des schon vor 33 Jahren von *A. Glagolewa-Arkadjewa* erfundenen Massenstrahlers – eines Konglomerats funkendurchschlagener Metallfeilspäne.

Neuere Überlegungen haben gezeigt, daß dieses Modell, das seinerzeit schon von *M. Lewitzky* wesentlich modifiziert wurde – er stellte ein flächenhaftes Netz von Oszillatorkügelchen her, die vom Funken zum Schwingen erregt wurden; der Durchmesser dieser Kügelchen betrug etwa 0,8 mm, die Wellenlängen 0,1 bis 0,5 mm – unter Ausnutzung moderner Metallbedampfungsmethoden für keramische Träger bedeutend vervollkommnet werden kann. Einschluß der Oszillatorgruppen in chemische inaktive Gase unter hohem Druck und bessere hochfrequente Entkopplung der einzelnen Schwingungssysteme untereinander steigern Leistung und Lebensdauer des Generators, der nach diesen Methoden zu Flächen- oder Volumenstrahlern von beträchtlicher Intensität entwickelt wer-

Bild 2. Massenstrahler nach A. Glagolewa-Arkadjewa (1924) für Millimeterwellen, erzeugt durch Funkenüberschlag in Metallpulver

Bild 3. Flächenstrahler (nach Lewitzky). Links: Oszillatorgitter mit Speisung, rechts: Strahlungsdiagramm; maximale Intensität in der Achse

heblich, wenn wir von den Meter- und Dezimeterwellen zu den Zentimeter- und Millimeterwellen übergehen. Die Abmessungen des Einzeloszillators werden dann sehr klein und damit auch die Leistung, die von ihm in jedem gedämpften Schwingungszug umgesetzt werden kann und die eben durch die geringe Kapazität der Oszillatorhälften begrenzt wird. Diese kann ja nur bis zum Spannungsunterschied aufgeladen werden, bei dem der Funke übergeht. Es ist daher notwendig, eine Vielzahl von Oszillatoren gleichzeitig zur Wirden kann. Es würde hier jedoch zu weit führen, auf die Formgebung und die Arbeitsweise derartiger Schwingungserzeuger näher einzugehen; überdies ist es wahrscheinlich, daß die Durchbildung derselben mehr der Zukunft als der Gegenwart angehören wird. Insbesondere gilt dies für die Fragen der Konstanz und der Breite des Frequenzspektrums.

Die Strahlung derartiger, aus einer Vielheit voneinander unabhängiger Einzeloszillatoren bestehender Gebilde ist „inkohärent", d. h. sie senden eine Summe von Wellenzügen aus,

die keineswegs sämtlich in gleicher Phase schwingen. Insofern gleichen sie völlig den Lichtquellen der Beleuchtungstechnik. Wie diese, kann man sie daher auch nur in Verbindung mit integrierenden Detektoren verwenden, in denen die Gesamtwirkung sich aus der Addition einzelner unabhängiger Schwingungsakte ergibt und ein Gleichrichtereffekt diese Einzelakte nach Polarität auswählend aufsummiert. Wenn wir Licht durch eine Fotozelle nachweisen, so regen die einfallenden Strahlungsquanten im Atomverband der lichtelektrischen Katodenschicht innere Resonanzakte an, bei denen Elektronen frei werden. Ein äußeres elektrisches Feld sorgt dann dafür, daß diese Elektronen einen Gleichstrom zur Anode hin bilden und so im Außenwiderstand eine verwertbare Spannung zustandekommt; die in der Katodenschicht zurückgebliebenen positiven Atomreste (Ionen) erhalten die sie neutralisierenden Elektronen von der angelegten Spannungsquelle (Batterie) nachgeliefert. Zentimeter- und Millimeterwellen werden mit Kristalldetektoren nachgewiesen; hierbei schwingt das System Kontaktspitze – Kristall unter dem Einfluß des empfangenen elektrischen Wechselfeldes als Ganzes; der Sitz der Gleichrichterwirkung ist eine sogenannte „Sperrschicht" in der Kristalloberfläche dort, wo sie von der Kontaktspitze berührt wird. Trifft nun ein Wellenzug ein, der von einem Massenstrahler ausgeht, also aus einer Vielheit von gedämpften Schwingimpulsen verschiedenster Phase besteht, so setzen sich alle diese Einzelschwingungen zu einer resultierenden zusammen („Superposition"), und der Sperrschichteffekt bewirkt durch die Einseitigkeit des Stromdurchlasses, daß alle Phasen gleicher Polarität beim Aufbau der gerichteten elektromotorischen Kraft additiv zusammenwirken.

Zentimeter- und Millimeterwellen von Massenstrahlern werden also in der herkömmlichen Form durch Kristalldetektoren nachgewiesen, und es ändert sich in dieser Hinsicht nichts an der gewohnten Empfangstechnik. Das eigentlich Neue liegt auf der Senderseite, und hier auch nur insoweit, als wir bekannte Generatoren gedämpfter Wellen mit modernen Mitteln zu Flächen- oder Volumenstrahlern großer Intensität entwickeln können und diese Strahler im reinen Impulsbetrieb zur Übertragung von Nachrichten verwenden.

Die Modulation als Trägerin der Information – des Signals – kann, wie gesagt, durch die jeweilige zeitliche Impulsdichte dargestellt werden. Es ist jedoch, wie schon angedeutet, auch möglich, die Phase von Einzelimpulsen in definierten Zeitabschnitten zu variieren („Pulsphasenmodulation, PPM") oder x-stellige Impulscodes zu benutzen, mittels derer die Nachricht durch Besetzen und Nichtbesetzen der x-Stellen ausgedrückt wird („Pulscodemodulation, PCM"). Der Empfänger registriert stets nur die Energie des einzelnen Zuges gedämpfter Wellen, aus denen der Sendeimpuls besteht.

Wir wollen nun einige Beispiele betrachten, die für die technische Verwendung gedämpfter Wellen von Flächen- oder Volumenstrahlern charakteristisch sind und die Einfachheit derartiger Geräte bzw. Anlagen illustrieren sollen:

1. Funksehen

Man bezeichnet als solches ein Verfahren, dessen Entwicklung im zweiten Weltkriege mit Zentimeterwellen begann und dessen Wesen darin besteht, ein infolge Dunkelheit oder Nebel unsichtbares Ziel – z. B. ein feindliches Schiff nahe der Küste – mit hinreichender Formentreue durch einen Sammelspiegel elektrisch „abzubilden". Zu diesem Zwecke wird das Objekt mit Wellen des Zentimeter- besser Millimeterbereichs intensiv „angeleuchtet", die von ihm reflektierte Strahlung trifft einen Hohlspiegel beträchtlicher Größe und wird in dessen Brennfläche fokussiert. Hier entsteht ein Wellenbild des Objekts in Gestalt einer bildgetreuen Verteilung der elektrischen Feldstärke, und diese Verteilung ist es, die beim Abtasten mittels eines Detektors auf dem Wege über die erzeugten Spannungen eine optische Reproduktion, z. B. auf dem Leuchtschirm einer *Braunschen* Röhre, ermöglicht.

Bild 4: Funksehen
a) Abbilden eines Schiffes im Sammelspiegel; Abtasten des entstehenden Feldstärkebildes mittels Detektor und sichtbare Darstellung auf dem Schirm einer Bildröhre
b) Der Detektor steht fest hinter der zentralen Spiegelöffnung; das Feldstärkebild wird über den Detektor hinweg bewegt

Will man zu tragbaren Abmessungen der Anlage, insbesondere auch des abzutastenden „Bildfeldes" kommen, so wird man trachten, die Wellenlänge so kurz wie möglich zu machen, denn die erzielbare optische Auflösung, also die Seitenlänge eines Bildelements, ist von der gleichen Größenordnung wie die benutzte Wellenlänge selbst. Andererseits sinkt die von den beschriebenen Massenstrahlern erhältliche Strahlungsleistung mit abnehmender Wellenlänge, und die geringere Durchlässigkeit der Atmosphäre setzt deren Verkleinerung ebenfalls eine Grenze. Im Millimetergebiet können nur gewisse spektrale Bereiche des Luftmediums als hinreichend „durchsichtig" auf einige Kilometer Entfernung gelten; der Sauerstoff und der Wasserdampfgehalt bewirken vor allem bei und unterhalb 5 mm eine starke molekulare Dämpfung, doch ist eine solche auch schon oberhalb 1 cm vorhanden, wenngleich in minderem Grade. Hinzu kommt ein zweiter Dämpfungseffekt, der von den schwebenden Wassertröpfchen des Nebels und von dem Wasserschleier des Regens herrührt. Jedoch sind die praktisch vorhandenen Werte, wenn der Hauptanteil der benutzten Strahlung in dem spektral günstigsten Gebiet liegt, nicht genug, um die Verwirklichung des Funksehens zu vereiteln.

Es ist allerdings nicht möglich, dem mit zahlreichen Mikro-Funkendipolen besetzten Flächenstrahler ein stark gebündeltes Strahlungsdiagramm zu verleihen, wie dies bei Erregung einer Dipolgruppe durch eine definierte Wellenlänge in definierter Phase möglich wäre. Infolge Streuung von Oszillatorfrequenz und -phase ist das Strahlungsdiagramm des Flächenstrahlers etwa so wie das einer glühenden Fläche. Um größere Leistung zu erhalten, bleibt daher nur übrig, die Oberfläche zu vergrößern. Man wird, je nach Bedarf, eine größere oder kleinere Zahl von normierten Flächeneinheiten zusammensetzen und so die nötige Intensität der „Anleuchtung" des Zieles durch die Gesamt-Strahlfläche gewinnen. Die Berechnung zeigt, daß bei Beschränkung auf einige Kilometer Reichweite mit 10 Watt Strahlungsleistung Ziele der in Frage kommenden Größen gut abgebildet werden können; die Wellenlänge der Hauptstrahlung sollte bei etwa 8 mm liegen. Der Betrieb des Flächenstrahlers erfolgt in diesem Falle kontinuierlich, nicht impulsartig; er sendet also ununterbrochen stark gedämpfte Wellenzüge aus, deren Amplitude infolge der Strahlungs- und Funkendämpfung sehr rasch abklingt. Zur Speisung dient einfach ein Hochspannungstransformator entsprechender Wattleistung.

2. Bewegliche Nachrichtengeräte

Als Beispiel sei eine Telefoniestrecke gewählt, die über einige Kilometer Reichweite drahtlos zu sprechen gestattet. Gegenüber der Telefonie mit modulierten Lichtstrahlen hat die Vorrichtung den wesentlichen Vorzug, eine unsichtbare, aber im Gegensatz zu infraroten Strahlen durch Nebel viel weniger gehemmte Verbindung zu ermöglichen. Man sieht den übertragenden Strahl nicht als Leuchterscheinung wie beim optischen Blinkgerät. Die Nachricht moduliert die Anodenspannung einer Verstärkerröhre, mit der schwankenden Spannung wird der Massenstrahler unmittelbar gespeist. Es entsteht so die schon weiter vorn besprochene Häufigkeitsmodulation der ausgesandten Impulse. Ein integrierender Detektor liefert das Empfangssignal.

Mehrere Ausführungsformen des Strahlers sind möglich. In vielen Fällen genügt ein Einzeloszillator, der im Brennpunkt eines großen Hohlspiegels sitzt. Besser verwendet man eine ganze Gruppe solcher Oszillatoren, die gleichzeitig an derselben Spannungsquelle liegen, oder einen richtigen Volumenstrahler von so kleinen Abmessungen, daß mit einem Brennspiegel tragbarer Dimensionen noch eine wirksame Bündelung der ausgesandten Strahlung zustandekommt. Endlich ist es auch denkbar, statt dessen einen größeren Flächenstrahler zu benutzen, der wie eine größere Leuchtfläche ohne Bündelungsdiagramm, d. h. lediglich durch seine zweidimensionale Ausdehnung wirkt, aber gewissermaßen durch seinen großen Gesichtswinkel, vom Empfänger aus gesehen gedacht.

3. Leitungsgeführte gedämpfte Mikrowellen

Das vergangene Jahrzehnt hat der Hochfrequenztechnik, an ältere Erkenntnisse und Untersuchungen anknüpfend, neue Mittel zur Fortleitung hochfrequenter Wellenenergie erschlossen. Es handelt sich um Leiter besonderer Struktur, die ähnlich den schon länger bekannten und benutzten Hohlrohrleitungen elektromagnetische Energie mit geringer Dämpfung in ihrer Längsrichtung führen, so nämlich, daß die Welle sich nicht frei im Raume ausbreitet, sondern gewissermaßen an den Leiter „gebunden" bleibt, längs dessen der Energietransport einseitig gerichtet vor sich geht. Dieser Übertragungsmechanismus ist also grundverschieden von dem eines Hochfrequenzkabels, bei dem es einen Hin- und einen Rückleiter gibt und bei dem in beiden ein Wellenstrom fließt.

Dies bedeutet, daß das elektrische Feld senkrecht zum Leiter rasch abklingt, und zwar auf um so kürzeren Abstand, je höher die Frequenz ist. Mikrowellen des Zentimeterbereichs sind daher für diese Art der strahlungslosen Wellenführung bevorzugt geeignet; denn, um Verluste durch Abstrahlung zu vermeiden, dürfen innerhalb des sogenannten

„Grenzradius", der von der Größenordnung der Wellenlänge selber ist, keine störenden Leiter zugegen sein. Man vermeidet diese Gefahr am besten durch sehr kurze Mikrowellen. Es bestehen zudem weitere Störmöglichkeiten durch Kondensationen an der Leiteroberfläche, der Krümmungsradius der Leitung darf gewisse Werte nicht unterschreiten – kurzum, wir sind noch nicht bei einer fertigen Installationstechnik angelangt, und die Entwicklung bis zur Anwendungsreife dieser neuen Mittel wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Trotzdem steht ihre grundsätzliche Bedeutung heute fest, und ihre Anwendung wird weitgehend dort stattfinden, wo auf nicht allzu große Entfernungen, etwa höchstens 5 km, Verteilungssysteme mit sehr großer Tragfähigkeit für Nachrichten (Multiplex-Telefonie, Übertragung vieler Fernsehprogramme auf gleicher Leitung, Blocksysteme) geschaffen werden sollen. Das ist ein Programm, welches recht gut in die moderne Konzeption der wirtschaftlichsten Verbreitung und Verteilung von Nachrichten paßt.

Bekannt geworden sind als wellenführende Leiter der sogenannte *Harms-Goubau*-Draht – mit einer Isolatorschicht überzogener Kupferdraht – sowie der *Wendeldraht*, bei dem dünnere Kupferdrähte spiralig einen Isolatorkern umgeben.

Als drittes Mittel sind neuerdings die dielektrischen Hohlleiter hinzugetreten, die hinsichtlich kilometrischer Dämpfung und Verlustwinkel noch günstiger erscheinen. Es ist zu hoffen, daß die Weiterentwicklung der hochisolierenden und dielektrisch verlustarmen Stoffe nach dem Vorbilde des Polystyrols oder der Polyäthylene dazu führen wird, daß solche Hohlleiter die Anwendung von Wellen bis in den Millimeterbereich hinein bei noch guten Wirkungsgraden der Übertragung gestatten werden.

Man kann sich vorstellen, daß ein modernes Reflexklystron für 5 mm Wellenlänge einige Milliwatt in einen derartigen Leiter hineinschickt und damit Kilometerentfernungen bei Frequenzbandbreiten überbrückt, die eine enorme Zahl von Sprechkanälen, ja sogar von Fernsehkanälen gleichzeitig transportieren.

Diese Technik drängt nun förmlich zur Übertragung durch binäre Impulse (Ja-Nein-Impulse), weil eben die verfügbare Bandbreite einen solchen Aufwand gestattet.

Wenn es aber so ist, könnten die Impulse im Prinzip ebenso gut aus Zügen von *gedämpften* Wellen bestehen, da es nur auf einzelne Energiestöße ankommt, deren Dichte oder Verteilung die Nachricht ausdrückt. Das zeitliche Nebeneinander zahlreicher verschiedener Nachrichten kann durch Abzählen der Impulse entwirrt und so eine saubere Trennung der Kanäle erzielt werden. Vergleicht man die Einfachheit des direkt angeregten Dipols, so wie er als Beispiel im funkenerregten *Hertz*'schen Oszillator gegeben ist, mit den subtilen und schwierig herzustellenden Röhrenanordnungen für Zentimeter- und Millimeterwellen und denkt man an die außerordentlich hohen Anforderungen hinsichtlich Präzision des mechanischen Aufbaus und Materialgüte, die bei solchen Röhren bestehen, so wird man die Hoffnung als berechtigt ansehen, daß im Zeitalter einer Impulstechnik auf der Grundlage leitungsgeführter Wellen neue Formen von Gruppen oder Aggregaten einfachster Dipole als Generatoren kürzester Mikrowellen erfolgreiche Wiederkehr in der Hochfrequenztechnik feiern werden.

Freilich bestehen hier für den *funkenerregten* Oszillator viel zu enge Grenzen für die erreichbare Impulszahl, bedingt durch die langsame Wiedervereinigung der vom Funken gebildeten Ionen in der Entladestrecke. Dieses verzögerte Abklingen der Leitfähigkeit verhindert schnelles Wiederaufladen der Oszillatorkapazität. Doch ist der Funkendurchschlag glücklicherweise nicht das einzige Mittel zur Einleitung der gedämpften Schwingung; es gibt andere Wege dazu. Ein Quarzscheibchen entwickelt bei mechanischer Deformation auf seinen Begrenzungsflächen freie elektrische Ladungen, die sich ausgleichen können, wenn man die Flächen gleichzeitig als Enden eines offenen Schwingungskreises benutzt. Es wird dann eine stark strahlungsgedämpfte Welle abgestrahlt. Ein Mitarbeiter des Verfassers, Dr. H. O. *Roosenstein*, hat nach diesem Prinzip im vergangenen Kriege einen kleinen, äußerst einfachen drahtlosen Signalgeber geringer Reichweite entworfen, der imstande war, ohne elektrische Batterie, lediglich durch direkten Umsatz von Muskelkraft, hochfrequente Impulse auszusenden. Statt den Generatorquarz von Hand anzustoßen, können wir ihn in seiner Eigenfrequenz piezoelektrisch erregen, und zwar mit sehr hoher Frequenz, wenn seine räumlichen Abmessungen entsprechend sind. Wir können derartige Schwingungsgebilde ferner in sehr kleinen Dimensionen herstellen, die im Zentimeterbereich schwingen, und eine Vielheit solcher Einzeloszillatoren zu einem Massenstrahler vereinigen. Dieser ist dann frei von den Begrenzungen, die hinsichtlich der Impulsfrequenz bei funkenerregten Oszillatoren bestehen.

Bild 5. Modell der Cerenkow-Strahlung mit Mach'schem Kegel („Bugwelle"); Punkte gleicher Phase auf dem Kegelmantel

Noch andere Möglichkeiten liegen im Schoße der Wissenschaft geborgen. Treffen schnelle Elektronen auf ein Medium, das z. B. infolge sehr hoher Dielektrizitätskonstante (DK) die elektromagnetische Welle langsamer fortpflanzt, als die Elektronen sich bewegen, so tritt die nach ihrem Entdecker als *Cerenkow*-Strahlung bekannte Emission auf, die zuerst im sichtbaren Bereich und im Ultraviolett nachgewiesen wurde, ohne Zweifel aber unter bestimmten Bedingungen auch im Millimetergebiet liegen könnte. Mit 30 Kilovolt beschleunigte Elektronen besitzen schon etwa $^1/_3$ der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ($v_0 = 3 \cdot 10^5$ km/sek). Andrerseits gibt es Dielektrika mit so hoher DK, daß sich das Licht in ihnen mit weniger als $^1/_3 \cdot V_0$ fortpflanzt. Damit wäre dann ein Mittel gegeben, in dielektrischen Körpern das Entstehen von stark strahlungsgedämpften Wellenzügen anzuregen, deren zeitliche Folge durch die intermittierende Tastung des Elektronenstrahls bestimmt wird und folglich sehr hohe Werte annehmen kann.

Die Zukunft wird erweisen, ob dieser Weg, der theoretisch allerlei Varianten zuläßt, praktisch gangbar ist. Es sei aber nicht unerwähnt, daß kürzlich unter dem Titel „Cerenkow and Undulator Radiation" eine amerikanische Arbeit von H. *Motz* erschienen ist, die in etwas abgewandelter Weise dem vorstehend beschriebenen Modell entspricht. Der Elektronenstrahl besitzt eine sehr hohe Geschwindigkeit, mit der er in den „Undulator" eintritt, d. h. in ein statisches Magnetfeld periodisch wechselnder Polarität, welches die Elektronen transversal beschleunigend bzw. bremsend hin- und herlenkt. Man versteht diesen Mechanismus allerdings nur, wenn man das Elektron im modernen Sinne als Welle auffaßt, deren Gruppengeschwindigkeit im Undulatorraum durch die Transversalbewegung gegenüber der Eintrittsgeschwindigkeit verzögert erscheint, sofern man die Längskomponente der Geschwindigkeit betrachtet. Motz erhielt auf diese Weise Wellen im langwelligen Infrarot bis hinauf zu etwa $^1/_2$ mm Länge; seine Auffassung der Emission als mindestens der Cerenkow-Strahlung verwandtes Phänomen wirft ein bezeichnendes Licht auf den interessanten Fragenkomplex, dem wir hier gegenüberstehen. Freilich sind wir dabei noch sehr weit von einer Technik entfernt und befinden uns auf dem Boden reiner Forschung.

Die flache Fernseh-Bildröhre

Nachdem im Frühjahr 1956 die ersten Andeutungen über den Abschluß der Arbeiten an der ersten für das Fernsehen brauchbaren flachen Bildröhre bekannt geworden waren, lüftete der Leiter der Entwicklungsgruppe am Imperial College in Kensington, *Dr. Denis Gabór*, jetzt in einem Vortrag vor der Television Society in London den Schleier, der bisher über die wesentlichen Einzelheiten gebreitet war.

Den Ausführungen zufolge ist die Gabór-Röhre ein Glaskasten mit einem Bildfenster von 30 bis 53 cm Diagonale im korrekten Seitenverhältnis von 4 : 3. Die Gesamttiefe variiert je nach Bildfenstergröße zwischen 8,8 und 11,5 cm. *Bild 1* zeigt eine Schnittzeichnung dieser flachen Röhre.

Das Innere der Röhre ist in der Mitte der Länge nach durch einen Metalleinsatz geteilt, dessen Vorderseite das weiter unten beschriebene interessante elektronenoptische Rasterablenksystem trägt und zugleich als metallische Abschirmung dient. Es sei hier eingeschaltet, daß die Gabór-Röhre in ihrem ersten Baumuster bereits als *Farbfernseh*-Bildröhre ausgelegt worden ist; daher ist das hinter dem Metalleinsatz angebrachte Elektrodensystem mit drei unabhängig voneinander steuerbaren Katoden – je eine für jede Farbe – ausgestattet. Es werden drei Katodenstrahlen erzeugt, die jedoch gemeinsam von einem Linsensystem fokussiert und einem elektrostatischen Zeilenablenksystem gesteuert werden. Das letztgenannte System lenkt den senkrecht nach unten austretenden Dreifachstrahl in der Horizontalen ab. Dann folgt ein Plattenpaar zur Korrektion etwaiger Fehlablenkung. Anschließend wird eine Umkehr-Linse passiert, die verschiedene elektronenoptische Aufgaben übernimmt, u. a. die Kompensation der bei der statischen Ablenkung zwangsläufig auftretenden Überfokussierung. Die Fokussierung des Dreifach-Katodenstrahls bleibt selbst bei einer Divergenz von 110 bis 120° stets korrekt.

Schließlich passiert der Strahl ein neuartiges Linsensystem, *Collimator* genannt; es biegt den Strahl erneut in die Vertikale – nach oben gerichtet –, so daß er eine Bewegung ähnlich einem Stab mit Drehpunkt in der Mitte der

Bild 1. Schnittzeichnung der flachen Gabór-Röhre

Bild 2. Prinzip der Wirkungsweise der Rasterablenkungs-Anordnung

unteren Bildfeldkante ausführt. Der Katodenstrahl hat bisher eine Richtungsänderung um 180° ausgeführt; er ist unter der metallischen Trennwand hindurchgeschlüpft und befindet sich nun auf der Vorderseite der Metallabschirmung – zwischen dieser und dem Bildschirm also. Jetzt sind zwei weitere Aufgaben zu lösen: das Umknicken des senkrecht nach oben strebenden Strahles um 90° auf den Bildschirm zu und der zeilenförmige, der Fernsehnorm entsprechende Aufbau des Bildes.

Die zeilenförmige Abtastbewegung einschließlich der letzten 90-Grad-Ablenkung senkrecht nach vorn wird in neuartiger Weise gemäß *Bild 2* erreicht. In einem Abstand von etwa 3 mm vor der Metall-Abschirmplatte befindet sich auf einem Träger aus speziellem Isoliermaterial die Raster-Ablenk-Anordnung. Das ist ein System von 120 parallelen metallischen Leitern, die waagerecht als „gedruckte Schaltung" aufgebracht sind. Ihre Zahl steht in keinem direkten Verhältnis zur Zeilenzahl des Bildes. An beiden Seiten ist der Isolierstoffträger U-förmig zu Schleifen gebogen; in diesen sind die parallelen Leiter leicht nach oben geführt. Sämtliche metallischen Leiterstreifen sind ohne jede Verbindung; ihre Ladung und Entladung erfolgt lediglich durch den Katodenstrahl selbst, der sich auf diese Weise selbsttätig und ohne äußere Ablenkspannungen oder -ströme über den Bildschirm führt.

Das geschieht durch eine Potentialverschiebung, die wellenförmig in vertikaler Richtung über diese Ablenkanordnung hinwegläuft. Beispielsweise sind die Leiterstreifen bis zu einer gewissen Bildhöhe aufgeladen; in dieser Höhe befindet sich auch der Katodenstrahl. Darüber, d. h. mit einer Übergangszone von wenigen Leiterbreiten, herrscht nur ein Viertel dieser Spannung. Sobald der Katodenstrahl diese Übergangszone erreicht hat, wird er in Richtung des Bildschirmes, der sich stets auf vollem Hochspannungspotential befindet, abgebogen. Zugleich wird der Strahl fokussiert, weil, wie aus der Elektronenoptik her bekannt ist, eine stärkere elektrostatische Ablenkung eines Elektronenstrahles zugleich einen Einfluß auf dessen Fokussierung ausübt.

Sobald der Katodenstrahl eine Zeile geschrieben hat – hierzu wird er, wie oben erwähnt und in Bild 1 dargestellt ist, elektrostatisch bewegt –, bleibt er nach dem raschen Zurückführen zum linken Rand einen Augenblick (genau 5 bis 6 Prozent der Zeit für eine Zeile) in der linken U-förmigen Schleife stehen und trifft hier auf die Leiterstreifen der Übergangszone, die ja etwas nach oben gebogen sind. Diese Streifen werden teilweise entladen, so daß die Übergangszone um eine Kleinigkeit nach unten rückt. Durch entsprechende Einstellung läßt sich erreichen, daß diese Verschiebung genau einer Zeilenhöhe entspricht. Wenn dieser Vorgang einmal angestoßen ist, verläuft die Übergangszone als Potentialwelle von oben bis zum unteren Bildrand; alle Leiterstreifen darüber sind dann entladen.

Jetzt ist die Zeilenablenkung abgeschaltet, so daß der Katodenstrahl in der rechten U-förmigen Schleife zur Ruhe kommt. In dieser befindet sich ein Schirmgitter auf höchstem positivem Potential. Durch den jetzt einsetzenden Sekundäremissionseffekt laden sich die unteren Leiter der Ablenk-Anordnung auf, so daß eine Aufladeaktion angestoßen wird. Ohne auf die relativ komplizierten Einzelheiten näher einzugehen, sei gesagt, daß der Katodenstrahl während der Rasteraustastlücke stracks emporklettert und beim Beginn des nächsten Rasters zum Start bereit am oberen Bildrand steht.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß der gesamte Bildablenkteil im Fernsehempfänger überflüssig ist, und daß übrigens auch der Zeilenablenkteil einfacher ausgeführt werden kann, denn der Leistungsbedarf der statischen Ablenkung ist gering.

Auf die Anpassung der Gabór-Röhre an die Wiedergabe von Farbfernsehsendungen soll hier nicht weiter eingegangen werden. Nach Angaben des Erfinders wird mit einer einfach herstellbaren Farbblende gearbeitet; desgleichen geschieht die Fertigung des farbempfindlichen Bildschirmes nach einem neuen, unkomplizierten Sprühverfahren. Die Entwicklung der Ablenkeinheit war wesentlich mühsamer, u. a., weil an die Isolation des Trägermaterials hohe Anforderungen zu stellen sind. Als Träger der aufgedruckten Leiter hat sich ein von der Firma Midland Silicones hergestellter Silizium-Lack (MS 994) hervorragend bewährt.

Ein nicht minder großes Problem war die Herstellung des Glaskastens mit absolut flachem Bildschirm. Auf diesem lastet in der 53-cm-Ausführung ein so enormer Luftdruck, daß das Bildfenster aus 2,5 cm starkem Glas hätte hergestellt werden müssen. Das verbietet sich aus verschiedenen Gründen von selbst, so daß erst eine neuartige Glastechnik zu finden war, die die Festigkeit des Glases Dehnungen gegenüber um den Faktor drei bis vier verbesserte.

Nach Auffassung des Erfinders, der übrigens vor dem Kriege einige Zeit in Berlin tätig war und dessen Arbeiten in London von der staatlichen National Research Development Corp. finanziert werden, ist die neue Röhre zwar komplizierter in der Herstellung als eine konventionelle Schwarz/Weiß-Bildröhre, jedoch einfacher zu bauen als alle bisher bekannten Farbfernseh-Bildröhren. Der Entwicklungsstand der Gabór-Röhre ist, ebenfalls nach Meinung des Erfinders, „reif für die Übergabe an die Fabriklabors zur Vorbereitung der Fertigung".

Diese vorstehend beschriebene Röhre ähnelt sehr der in Berlin während der Industrieausstellung 1956 gezeigten flachen Bildröhre für militärische Zwecke. Sie wurde in den USA unabhängig von Dr. Gabór bei der Kaiser Aircraft and Electronics Corp., Oakland/Calif., durch *W. Ross Aiken* entwickelt. Beide Gruppen – die erwähnte amerikanische und die National Research Development Corp. – haben sich inzwischen zu einer Patentgemeinschaft zusammengeschlossen. Karl Tetzner

(Zeichnungen und Text nach Wireless World, Dezember 1956: „Flat Tube for Colour TV".)

Stereophonie in der Praxis

Von Fritz Kühne

Jeder Rundfunkhörer, der ein gesundes Gehör hat, weiß heute die Verbesserung der Übertragungsgüte zu schätzen, die uns der UKW-Rundfunk bescherte. Von dem erzielten „Qualitätssprung" kann man sich täglich überzeugen. Man braucht nur AM- und FM-Teil seines Gerätes auf Sender einzustellen, die das gleiche Programm verbreiten, und dann abwechselnd die MW- und die UKW-Taste zu betätigen. Beim UKW-Empfang werden praktisch zwei Oktaven mehr wiedergegeben (3000 bis 12 000 Hz), in denen wichtige Obertöne von Musik und Sprache enthalten sind, und dieser Bereich erschließt uns den „Glanz" des Klangbildes.

Weniger bekannt ist, daß man den Güteunterschied zwischen beiden Übertragungsarten längst nicht so deutlich empfindet, wenn man sie mit einem zeitlichen Zwischenraum vergleicht, also das Ohr erst einige Minuten ausruhen läßt. Vorausgesetzt, daß beide Sender völlig ungestört empfangen werden und daß man eine Hilfsperson mit dem Umschalten des Gerätes betraute, so muß man schon über ein recht geschultes Gehör verfügen, um AM- und FM-Übertragung „auf Anhieb" richtig zu erkennen. Unser Ohr läßt sich sehr leicht täuschen und es findet sich recht gut mit dem eingeengten Übertragungsbereich beim AM-Verfahren ab.

Es hat sich sogar damit abgefunden, daß praktisch alle Übertragungen und Tonaufzeichnungen „einohrig" vorgenommen werden, daß man also bei der Wiedergabe nicht unterscheiden kann, ob ein bestimmter Klang von links oder von rechts auf das Mikrofon trifft. Stereophonische Übertragungen, bei denen zwei in gewissem Abstand aufgestellte Mikrofone, zwei völlig getrennte Übertragungswege und auf der Wiedergabeseite getrennte Schallwandler benutzt werden, hat man in Fachkreisen schon häufig vorgenommen. Der hierbei erzielbare Qualitätssprung ist sehr viel deutlicher wahrnehmbar, als der zwischen AM- und UKW-Qualität. Die Öffentlichkeit hört gelegentlich von solchen Versuchen, aber man muß sie selbst angestellt haben, um sich davon ein richtiges Bild zu machen. Meist wird recht wenig über solche Experimente berichtet, denn leider kommt ihnen wahrscheinlich noch auf lange Sicht nur akademische Bedeutung zu, zumindest für den Rundfunk. Man benötigt eben *zwei* Übertragungswege und damit auch zwei Sendefrequenzen. Selbst wenn man den doppelten Aufwand auf der Wiedergabeseite in Kauf nähme, würde beim Rundfunk die allgemeine Einführung der Stereophonie an der Frequenzknappheit scheitern. Ob sich das Problem eleganter durch die Doppelmodulation eines einzigen UKW-Trägers nach Armstrong (vgl. RADIO-MAGAZIN 1954, Heft 6, Seite 171) lösen läßt, ist fraglich, denn hierzu gehören Spezialempfänger, die es auf dem Markt bisher nicht gibt.

So konnte sich die Stereophonie zunächst nur den Film (Breitwand-Verfahren) erobern und sie wird vielleicht in absehbarer Zeit auch auf Tonträgern angewandt werden. Sicher ist aber schon jetzt, daß sich in steigendem Maß Privatpersonen mit der zweiohrigen Übertragung und der Aufnahme und Wiedergabe nach diesem Prinzip befassen werden. In den USA gibt es schon heute Bandgeräte für stereophonische Tonaufnahmen, und Leserzuschriften lassen erkennen, daß auch bei uns Interesse an diesen Dingen besteht.

Versuche mit stereophonischer Übertragung

Ein Versuch, der sich mit ganz einfachen, handelsüblichen Mitteln durchführen läßt, wird vielen Praktikern dazu verhelfen, zum erstenmal eine stereophonische Übertragung zu erleben. *Bild 1* zeigt den Versuchsaufbau. Die beiden Mikrofone M 1 und M 2, zwei gewöhnliche aber völlig gleiche Fernsprechkapseln, stehen in etwa 1 m Abstand vor einem Sprecher Sp. Die beiden Mikrofone liegen im Katodenkreis je eines als Gitterbasisstufe geschalteten Triodensystems der Doppelröhre ECC 83. Der Katodenstrom liefert gleichzeitig den Mikrofon - Gleichstrom, und die erforderliche Gittervorspannung wird an den beiden 10-MΩ-Gitterableitwiderständen durch Anlaufstrom erzeugt. Da die Gitter über je 0,1 μF tonfrequent geerdet sind, besteht keine Brummgefahr. Die Mikrofonkreise sind niederohmig. Die erforderliche dreiadrige Mikrofonleitung (Masse, zwei Sprechadern zu den Katoden) kann als einfaches unabgeschirmtes Kabel mit gewöhnlichem verseiltem Draht verlegt werden.

An die beiden Anoden ist gleichstromfrei über 2 × 0,1 μF ein Doppelkopfhörer K angeschlossen, aber so, daß seine linke Muschel mit dem Röhrensystem in Verbindung steht, das zum linken Mikrofon gehört. Mit der rechten Muschel ist entsprechend zu verfahren. Der Schalter S legt die rechte Muschel wahlweise parallel zur linken, so daß man mühelos von normaler Einkanal-Übertragung (n) auf Stereophonie (s) umschalten kann. Obgleich mit ganz primitiven Mitteln gearbeitet wird (Fernsprechmikrofone mit einem Frequenzbereich von 300 bis 3000 Hz), ist der Qualitätssprung zwischen beiden Übertragungsarten so ungeheuer eindrucksvoll, wie man es wahrscheinlich nicht vermutet hat. Wenn sich der Sprecher vor das linke Mikrofon stellt, wendet man unwillkürlich den Kopf nach dieser Seite, auch wenn die Mikrofone im Nachbarzimmer stehen und man vom Sprecher gar nichts sehen kann. Plötzlich ist die bisher unbekannte Plastik in die Übertragung gekommen. Wenn sich zwei Personen vor M 1 und M 2 unterhalten, so hört man jetzt genau wo sie stehen und ertappt sich stets aufs Neue dabei, den Kopf in die betreffende Richtung zu drehen.

Dieser erste Vorversuch reizt dazu, einen etwas höheren Aufwand zu treiben, den Frequenzbereich auszuweiten und so etwas Ähnliches wie UKW-Qualität anzustreben. Wenn schon bei Fernsprech-Güte ein so durchschlagender Erfolg zu erzielen war, muß das Ergebnis beim Verwenden hochwertiger Mikrofone noch besser sein.

Eine Versuchsanordnung nach *Bild 2* erfüllt diese Erwartungen voll und ganz. M 1 und M 2 sind jetzt hochwertige Kristall- oder dynamische Mikrofone, wobei der Übersichtlichkeit halber die für Tauchspulmikrofone benötigten Übertrager nicht mit eingezeichnet sind. Die linken Systeme der beiden Doppeltrioden dienen zur Vorverstärkung; sie werden aber wegen der hochohmigen Verhältnisse im Eingang am Gitter gesteuert. Die Gittervorspannung wird wieder durch Anlaufstrom an 10 MΩ erzeugt. Hinter den Vorstufen liegt als Lautstärkeregler ein Doppelpotentiometer L, so daß sich beide Übertragungskanäle mit einem gemeinsamen Knopf regeln lassen.

Die beiden rechten Systeme zeigen keine Besonderheiten, wenn man vom Pegelregler P absieht. Er dient dazu, beide Kanäle auf die gleiche Grundlautstärke abzugleichen und er sollte eigentlich auch im oberen Kanal vorhanden sein. Zur Vereinfachung wurde angenommen, daß M 2 etwas empfindlicher als M 1 ist und daß deshalb der M 2-Kanal entsprechend vorzudämpfen ist. Zu diesem Zweck ist der Katodenwiderstand von 2 kΩ mit einem veränderlichen Abgriff versehen (Einstellregler oder Drahtwiderstand mit Schelle), so daß sich im Bedarfsfall nur ein Teil davon kapazitiv überbrücken läßt. Am nicht überbrückten Teil bildet sich eine Stromgegenkopplung aus, die die Verstärkungsziffer des Systems auf das gewünschte Maß herabsetzt.

Tut man ein Übriges und verwendet bei dem Versuch nach Bild 2 hochwertige dynamische Kopfhörer (mit Übertragern anpassen, weil niederohmig), so erhält man eine Anlage, die gütemäßig kaum zu übertreffen ist.

Links: Bild 1. Schaltungsbeispiel für eine einfache Stereoanlage mit Postmikrofonen und Kopfhörer

Rechts: Bild 2. Stereo-Anlage für höhere Ansprüche

Kleine Hörszenen, aus dem Nachbarzimmer übertragen, oder Hausmusik klingen so natürlich, daß man die trennende Mauer zwischen beiden Räumen nicht mehr empfindet. Man hat das Gefühl, selbst im Nachbarzimmer zu sein und ... hat jetzt „Blut geleckt".

„All das ist schön und gut", sagt sich der angehende Stereo-Tonamateur, „aber ich will mich jetzt von dem lästigen Kopfhörer befreien". An seine Stelle treten nun zwei gleiche Leistungsstufen und zwei Lautsprecher, die ebenfalls in einiger Entfernung im Wiedergaberaum zur Aufstellung gelangen. – In den meisten Fällen wird das Ergebnis enttäuschen. Von der Plastik der Kopfhörer-Wiedergabe ist nicht mehr viel geblieben. Wenn man ähnlich wie in Bild 1 einen Schalter S vorsieht und von normaler auf stereophonische Wiedergabe umschaltet, ist der Unterschied gar nicht sehr groß. Diese Erscheinung läßt sich auch leicht erklären: Die unvermeidlichen Echos im Zimmer führen zu einem „Verwaschen" der Kanaltrennung. Das rechte Ohr hört die vom linken Lautsprecher herrührenden Schallreflexionen fast ebenso gut wie das linke und umgekehrt. Durch geschicktes Abdämpfen der Wände mit Schallschluckmaterial, durch Vergrößern des Lautsprecher-Abstandes (bis auf 10 m) oder durch das Verlegen der Versuche ins Freie (keine reflektierenden Flächen) läßt sich das Übel mehr oder minder beseitigen. Wir haben aber auch Übertragungen in sehr großen Wohnräumen gehört, die ausgezeichnet gelangen und die beim Umschalten auf normale Übertragung noch einen ganz beachtlichen Qualitätssprung erkennen ließen. Trotzdem ist das Ergebnis bei Lautsprecher-Wiedergabe immer etwas unbefriedigender als beim Abhören mit Kopfhörern. Wer sich für den Eigenbedarf mit der stereophonischen Tonaufzeichnung befassen will, tut gut daran, zuerst zu klären, ob er in seinen Räumen überhaupt eine vernünftige Wiedergabe zustande bringen kann. Erst wenn das zufriedenstellend gelingt, lohnt es sich, die für eine Einzelperson wesentlich kostspieligeren Versuche mit Tonbandgeräten zu beginnen.

Wohin mit der zweiten Tonspur?

Zur stereophonischen Tonaufnahme- und Wiedergabe benötigt man gleichfalls alle Übertragungseinrichtungen doppelt, also: zwei Mikrofone und Vorverstärker, zwei Aufnahmeverstärker, zwei Tonträger-Einheiten, zwei Wiedergabeverstärker und zwei Lautsprecher. Wenn es irgendwie gelänge, z. B. zwei Tonbandgeräte zum absoluten Gleichlauf zu bringen, dann wäre es gar kein großes Kunststück, mit einer zweiten, vielleicht ausgeliehenen Anlage die ersten Versuche anzustellen. Aber schon rein überlegungsmäßig erweist sich dieser Weg als nicht gangbar. Selbst wenn während der Aufnahmedauer Gleichlauf möglich wäre, würden bei der Wiedergabe unüberbrückbare Schwierigkeiten auftauchen: Man kann mit vernünftigem Aufwand die zweite Maschine nicht auf Sekunden-Bruchteile genau mit der anderen Spur synchronisieren. Mit anderen Worten: Selbst wenn beide Maschinen mit völlig gleicher Drehzahl oder Geschwindigkeit laufen, besteht keine Gewähr dafür, daß nicht das eine Band um einen unkontrollierbaren Betrag früher oder später seinen Hörkopf passiert, als es bei der Aufnahme der Fall war.

Eine schon früher bei Versuchen mit dem Schallplatten-Verfahren benutzte Methode verspricht eine bessere Lösung des Problems. So wie man bei Schallplatten zwei nebeneinanderlaufende Rillen auf den gleichen Träger

Bild 3. Das Telefunken 4-Spur-Magnetophon, mit dem sich auch Stereo-Aufnahmen herstellen lassen

Bild 4. 4-Spur-Tonkopf für Filmstudios (W. Bogen GmbH)

bannen kann, lassen sich auch zwei Tonspuren auf ein normales Tonband aufsprechen. Man kommt dabei mit einer einzigen Maschine aus, auf der jedoch sämtliche Köpfe doppelt vorhanden sein müssen. Kommerzielle Maschinen dieser Art, die allerdings für den Privatmann kaum erschwinglich sind, gibt es bereits. Diese haben sogar vier übereinanderliegende Spuren und arbeiten mit einem ca. 35 mm breiten Magnetband oder mit perforiertem Magnetfilm. Diese Maschinen sind teils für die plastische Vertonung von Filmen, teils für Trickaufnahmen im Schallplatten-Studio bestimmt.

Bild 3 zeigt als Beispiel das Telefunken-4-Spur-Magnetophon, über das wir in FUNKSCHAU 1956, Heft 11, Seite 454, berichteten, und in *Bild 4* ist ein 4-Kanal-Studioschrift-Kopf der Firma Wolfgang Bogen GmbH zu erkennen, wie man ihn im Filmstudio benutzt. Alle diese Herrlichkeiten kommen für den Amateur wegen ihres Preises nicht in Frage, und auch das Telefunken-Koffer-Magnetophon M 5, das auf Wunsch mit Stereoköpfen und doppelten Verstärkersätzen zu haben ist, werden sich nur ganz wenige Privatpersonen leisten können.

Man darf ja bei allen diesen Überlegungen eine Tatsache nicht übersehen: Es gibt im Handel keine stereophonischen Aufnahmen zu kaufen. Man kann sie sich nur selbst herstellen, und zwar nur von Klangkörpern, die eigens für diese Aufnahmen zur Verfügung stehen. Die Auswertungsmöglichkeiten einer Stereo-Anlage sind also zur Zeit noch äußerst begrenzt, und es ist verständlich, wenn niemand größere Geldmittel dafür aufwenden will.

Bild 4 läßt deutlich erkennen, daß beim kommerziellen Verfahren die Kopfspalte der Spuren genau übereinander liegen. Wenn man bei der Wiedergabe genau so verfährt, besteht absolute Sicherheit, daß zeitlich zusammengehörige Spurstellen im genau richtigen Augenblick, also ohne Vor- oder Nachlauf, wiedergegeben werden. Daß es nicht einfach ist, die Teilwicklungen so gut gegeneinander abzuschirmen, daß kein merkliches Übersprechen erfolgt, sei nebenbei erwähnt. Gerade die saubere Kanaltrennung ist aber besonders wichtig, wenn nicht der stereophonische Effekt in Frage gestellt werden soll. Dieses Problem kann allerdings vom Amateur überraschend einfach gelöst werden.

Amateurversuche mit stereophonischer Tonaufzeichnung

Solange die Forderung gestellt wird, daß sich Zweikanalaufnahmen auf allen nach dem gleichen Prinzip gebauten Maschinen abspielen lassen sollen, muß die gegenseitige Lage der Kopfspalte genau definiert sein. Am zweckmäßigsten ist es, wenn sie nach Bild 4 genau übereinander liegen. Dem Tonbandfreund kommt es aber zunächst nur darauf an, seine mit dem eigenen Gerät hergestellten Aufnahmen auch wieder mit diesem wiederzugeben. Er muß sich deshalb nicht an die geschilderten Bedingungen halten. Er kann unbesorgt einen getrennten zweiten Kopf einige Zentimeter neben den ersten setzen. Weil er ohnehin kombinierte Aufnahme-Wiedergabeköpfe verwendet, kommt er dadurch in keine allzu große Platznot. Die Bandstrecke zwischen beiden Köpfen ist bei der Aufnahme und Wiedergabe gleich lang, so daß für seine Zwecke hinreichende Gewähr für zeitlich richtiges Abhören besteht. Durch die räumliche Trennung der Köpfe entfallen von selbst unerwünschte Übersprech-Erscheinungen. Selbstverständlich muß der zweite Kombikopf in der Höhe um die Spurbreite versetzt befestigt werden. Es ist ebenso selbstverständlich, daß man die heute allgemein in Heimtongeräten üblichen Halbspur-Typen benutzt.

Sehr schwierig ist es allerdings, auf einem fertigen Gerät Platz für den zusätzlichen Kopf zu finden. Die handelsüblichen Maschinen sind gewöhnlich sehr gedrängt aufgebaut, und man muß sich in den meisten Fällen durch Anbau eines Winkels erst eine Montagebasis für den Zusatzkopf schaffen. Bei Versuchen des Verfassers wurde links neben den linken Umlenkbolzen U 1 (*Bild 5*) der zweite Kopf K 2 gesetzt und links von diesem ein weiterer Bolzen U 2 angebracht. Zu K 2 gehört natürlich auch eine Kopfabschirmung einschließlich Andruck-Filz. Genauere Hinweise lassen sich nicht geben, weil sich die Platzverhältnisse ganz nach dem

U2
K2
U1

Bild 5. So kann man behelfsmäßig ein normales Tonbandgerät für Stereophonie herrichten (Prinzipbild)

vorhandenen Bandgerät richten. Bei industriellen Heimtongeräten wird man gewöhnlich die Kunststoff-Deckplatte entfernen müssen, um überhaupt einen Montagepunkt für K 2 zu gewinnen. Bei Selbstbaugeräten hat man es vielfach etwas einfacher, weil sie nicht so gedrängt aufgebaut sind.

Für den zweiten Löschkopf wird sich nur in Ausnahmefällen noch eine Anbringungsmöglichkeit finden lassen, sofern man nicht weitere Umbauarbeiten in Kauf nimmt. Ein Ausweg ist, die Abwickelspule weiter nach links zu versetzen. Man kann sich so helfen, daß das neue Spulenkörper-Lager leicht gebremst wird, damit das Bandstück zwischen linker Spule und K 2 stets straff gespannt ist und satt am Kopf anliegt. Eine Verbin-

dung zwischen dem Laufwerk und dem neuen linken Lager entfällt, so daß man nicht ohne weiteres zurückspulen kann. Zum Zurückspulen benutzt man ein anderes Gerät, aber man hat nun wenigstens links neben K 2 noch Platz für den zweiten Löschkopf gewonnen. Wenn man auf letzteren ganz verzichten will, muß die zweite Spur vor der neuen Aufnahme dadurch gelöscht werden, daß man linke und rechte Spule in bekannter Weise vertauscht, so daß die zweite Spur am Löschkopf vorbeiläuft. Erst nach dieser „Separat-Löschung" läßt sich das Band erneut zweispurig betonen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Auswertungsmöglichkeiten für eine solche Anlage derzeit noch sehr beschränkt sind und daß sich größere Investitionen aus diesem Grund kaum lohnen. Man wird also bestrebt sein, nur solche Dinge anzuschaffen, die sich auch für normale Tonbandaufnahmen verwenden lassen. Da jeder fortgeschrittene Heimtonfreund ohnehin bemüht ist, für Tonmontagen und Überspielungen ein zweites Bandgerät anzuschaffen, so benutzt man zweckmäßig dessen Verstärkerteil für den zweiten, neu hinzugekommenen Kanal. Beim zweiten Gerät läuft dann zwar der Motor stets unbenutzt mit, aber man braucht dessen Laufwerk vielleicht zum Rückspulen und auf jeden Fall steht das ganze Gerät stets für normale Einkanal-Aufnahmen zur Verfügung. Man sollte sich daher gut überlegen, ob man von der zweiten Maschine die Köpfe entfernt und unter Verlängerung der Zuleitungen an die Maschine 1 anbaut, oder ob man nicht lieber gleich einen getrennten zweiten und genau zum Gerät passenden Kopfsatz beschafft. Mit Hilfe eines anzubringenden Umschalters wird dann der Verstärkerteil von Maschine 2 wahlweise auf die eigenen oder die Köpfe von Maschine 1 umgeschaltet.

Beim Verlängern der Leitungen ist Vorsicht geboten. Es darf nur kapazitätsarmes Schirmkabel benutzt werden, weil durch schädliche Leitungskapazität nicht nur ein Teil der Hf-Vormagnetisierung abgeleitet wird, sondern auch die Löschkopf-Abstimmung außer Resonanz geraten kann. Auf diese Gefahren kann man nur hinweisen, weil sie je nach den gerade vorliegenden Verhältnissen mehr oder minder groß sind und man ihnen auch von Fall zu Fall mit anderen Mitteln begegnen muß.

Wer sich mit solchen Versuchen befassen will, sollte zuvor genau überlegen, ob er genügend mit der Materie vertraut ist, um die erforderlichen Aufgaben allein zu bewältigen. Das Ganze ist nicht allzu einfach, und man muß recht gut in der Tonbandtechnik zu Hause sein, wenn man nicht peinliche Überraschungen erleben und viel „Lehrgeld" zahlen will. Man sollte auch bedenken, daß die beschriebenen einfachen Versuche mit zwei normalen Bandgeräten nicht die gleichen guten Ergebnisse liefern können wie das Arbeiten mit einem regelrechten Stereogerät, das von Anfang an für diesen Sonderzweck entwickelt wurde. Für den erfahrenen Praktiker aber, der sich nicht von vielleicht mühsamen und zeitraubenden Versuchen abschrecken läßt und der an selbständiges Arbeiten gewöhnt ist, eröffnet die Tonband-Stereophonie ein äußerst reizvolles und neuartiges Betätigungsfeld.

Literatur

[1] Stereophonische Zweikanalübertragung mit dem Magnetophon. Funk und Ton (1947), 4, S. 173...190; (1947), 5, S. 236...250

[2] Die stereophonische Tonfilm-Aufnahme und Wiedergabe. Funk und Ton (1954), S. 622...630

[3] Steresonic Tape Records (Steresonic-Bandaufnahmen). Wireless World (1955), Mai, S. 202

[4] Stereophony in the Cinema (Stereophonie im Kino). Wireless World (1954), 1, S. 6...9

[5] Stereophonische Schallwiedergabe mittels magnetischer Tonbandaufzeichnung. Electronics (1948), August, S. 88...89

[6] Verbesserte Stereophonie. Wireless World (1950), 9, S. 327...330

[7] Stereophonische Musik in Lichtspieltheatern (magnetische Aufzeichnung). Philips techn. Rdsch. 11 (1949), 4, S. 129...130

[8] Stereophonie und Magnetton beim Cinema-Scope-Film. Radio-Mentor 20 (1954), 3, S. 124, 126

[9] Ein Studio für stereoakustische Aufnahmen. FUNKSCHAU 24 (1952), 19, S. 383...384

[10] Stereophone Akustik. Wireless World (1951), 3, S. 84...87

[11] Die plastische Rundfunkübertragung (Magnettontechnik). L'Electricien 64 (1951), 1890, S. 23...28

[12] Zweikanal-Bandaufnahmen. Wireless World (1955), 5, S. 202

[13] Magnetband-Mehrfachaufnahme. Radio Telev. News 53 (1955), S. 61

[14] Vierkanal-Magnettonanlage für Tonfilm. Telefunken Z. 27 (1954), 10, S. 219...222

[15] Vielkanal-Tonbandübertragungssystem. US Pat. 2 717 928

[16] Zeitdehnung und Zeitpressung mit Magnettongeräten. Radio Magazin (1953), 12, S. 431...432

[17] Laufzeitverzögerung, ein neuzeitliches Verfahren in der Beschallungstechnik. Radio Magazin (1953), 11, S. 387, 388

[18] Dreikanalverstärker für Magnetbandaufnahmen. Radio Magazin (1950), S. 76, 77

[19] Trickaufnahmen mit dem Tonbandgerät. Radio Magazin (1955), S. 312, 313

Wer hat die magnetische Schallaufzeichnung erfunden?

Die allgemeine Ansicht geht dahin, daß der dänische Ingenieur *Valdemar Poulsen* der Erfinder der elektromagnetischen Schallaufzeichnung ist. 1898 nahm er in Europa und den USA zahlreiche Patente auf sein „Telegraphon", erhielt im Jahre 1900 auf der Pariser Weltausstellung die höchste Auszeichnung und verstand es überhaupt sehr gut, diese seine Erfindung kommerziell auszuwerten.

In einer im Vorjahr erschienenen Untersuchung „Zur Geschichte der elektromagnetischen Schallaufzeichnung" (ETZ-A, Bd. 76, Heft 3) hat Jobst Klinkmüller in Übereinstimmung mit G. Trampert („Zur Entwicklungsgeschichte des Magnettonverfahrens", Technische Hausmitteilungen des NWDR, Jahrgang 3, Heft 7/8) nachgewiesen, daß vor Poulsen zwei andere Erfinder diese Technik teils theoretisch, teils praktisch entwickelt haben. Der erste war der Franzose *Janet*, von dem aus dem Jahre 1887 theoretische Erwägungen über die Möglichkeiten, Schallimpulse mit Magnetismus zu konservieren, bekannt sind, ohne daß jedoch diese Arbeiten noch vorliegen. Dagegen sind heute noch einige Exemplare der amerikanischen Fachzeitschrift „Electrical World" aus dem Jahre 1888 vorhanden, in der *Oberlin Smith* eine vollständige Darstellung des elektromagnetischen Aufzeichnungsprinzips gibt. Er nannte seinen Beitrag „Eine mögliche Form des Phonographen" (some possible form of phonograph). Wahrscheinlich hat damals niemand die Bedeutung der Arbeit erkannt, selbst Edison nicht.

Bild 1 zeigt das Prinzip (nach einer Umzeichnung in der ETZ). Das Mikrofon A war ein Kohlekörnermikrofon mit Batterie F, evtl. sollte auch ein batterieloses Bell'sches Telefon genügen. Als Tonträger empfiehlt Smith ein Band oder einen Faden aus Baumwolle, Seide oder einem anderen Gespinst, zwischen dessen Fasern feingepulvertes, gehärtetes Eisen eingebracht ist; auch Späne eines Stahldrahtes sollen brauchbar sein. Smith hatte klar erkannt, daß jedes Partikel ein

Bild 1. Tonaufnahmegerät nach Oberlin Smith (1888). A = Mikrofon, B = Magnetspule, C = Magnetfaden, D und E = Vorratsspulen, F = Batterie, J = Bremsfeder

vollständiger Magnet ist. Er machte sich auch Gedanken über andere mögliche Tonträger und schlug Blei oder Messing vor, in das während des Schmelzens Stahlpulver gemischt wird.

Diese Bevorzugung des pulverförmigen Tonträgers ist bemerkenswert, denn Poulsen und seine Nachfolger benutzten Drähte oder Bänder aus Stahl oder Nickel, deren magnetische Eigenschaften im Laufe der Zeit erheblich verbessert werden konnten. Erst *A. Nasarischwily* (1921) und die Inhaber der US-Patentschrift 1 653 476 aus der gleichen Zeit weisen auf biegsame, nichtmagnetisierbare Tonträger, etwa Papier mit Metallstaub oder -spänen, hin. Es sind Vorgänger der von *Pfleumer* (AEG) im Jahre 1928 entwickelten Lautschriftträger; das diesbezügliche DRP 500 900 mußte wegen dieser Vorveröffentlichungen wieder eingezogen werden.

Für unsere heutigen Erkenntnisse ist es bemerkenswert, daß Oberlin Smith zwar die von ihm vorgeschlagenen Träger der winzigen Magnetpartikel aus einigen wichtigen

Bild 2. Gerät zur Aufnahme von Ferngesprächen nach O. Smith (1888). A und H = Hörer und Mikrofone, B = Magnetspule, C = Magnetfaden, D und E = Vorratsspulen, F = Batterie, W = Fernsprechleitung

Gründen bevorzugte, daß er andererseits aber im erwähnten Beitrag in der Electrical World auf den Seiten 116 und 117 schrieb: „Es wäre auch vorstellbar, daß C aus einem einfachen, gehärteten Draht besteht, aber es ist kaum anzunehmen, daß dieser sich in eine Anzahl kleiner Einzelmagnete auflöst. Vermutlich würden die magnetischen Impulse sich unkontrollierbar (depraved) entlang des Drahtes verteilen und vielleicht gerade dort Knotenpunkte bilden, wo man sie nicht haben will." – Smith baute übrigens auch eine Maschine zur Herstellung des von ihm benutzten Tonträgers und berichtete ausführlich über die Schwierigkeiten des Produktionsvorganges.

Man weiß heute nicht mehr, wieviele Anlagen nach den Angaben von Smith gebaut

worden sind. Keine einzige ist erhalten geblieben, aber auf Grund einer Anzeige in der „Electrical World" vom Jahre 1888, in der magnetischer „Draht" aus Seide oder Baumwolle von der Firma Electrical Supply Co., Chicago, angeboten wird, muß angenommen werden, daß Geräte dieser Art doch in Betrieb waren.

Ebenfalls kann heute nicht mehr festgestellt werden, ob Poulsen die Arbeiten vom Smith gekannt hat. Es besteht daher durchaus die Möglichkeit, daß der Däne diese Erfindung unabhängig und damit ein zweites Mal gemacht hat. Unbestritten bleibt jedoch Poulsens Verdienst, das Prinzip zur praktischen Reife durchentwickelt und alle nur denkbaren Anwendungsgebiete in seiner Patentschrift behandelt zu haben.

Transistoren in der Ela-Technik

Die Elektroakustiker haben sich bisher davor gehütet, allein des Werbeargumentes wegen alles zu „transistorisieren", was sich mit Transistoren ausrüsten läßt. Man hat ohne viel Aufhebens dort Röhren durch Transistoren ersetzt, wo sich ein echter Vorteil ergibt. Gewagte Experimente sind unterblieben, und das Ergebnis sind betriebssichere Geräte kleinster Abmessungen.

Ein interessantes Anwendungsbeispiel bildet das *elektrische Megafon „Gigafon T"* der Firma *Deutsche Elektronik GmbH*, über das wir bereits kurz in Heft 11/1956, S. 457, berichteten. *Bild 1* zeigt die Schaltung des Verstärkers. Auf zwei Transistor-Vorstufen folgt die Treiberstufe für die Gegentakt-B-Endstufe mit zwei Leistungs-Transistoren OD 604. Der gesamte Verstärker einschließlich der aus Stabzellen zusammengesetzten Trockenbatterie ist so klein, daß er unmittelbar an das Megafon angebaut werden konnte.

Gute Zukunftsaussichten hat der Transistor auf dem Gebiet der *Gegen- und Wechselsprech-Technik*. Benutzt man hier Transistor-Verstärker, dann kann in größeren Anlagen der Netzbeikasten wegfallen; die ganze Einrichtung wird billiger und handlicher und sie erschließt sich dadurch von selbst neue Anwendungsmöglichkeiten. Nach Angaben eines maßgeblichen Fachmannes würde man je Sprechstelle mit einem 7-Transistoren-Verstärker auskommen, der 6 mA Strom aufnimmt. Weil Transistorverstärker nicht in der sonst erforderlichen Vorheizschaltung betrieben werden müssen (da die Anheizzeit wegfällt), ergibt sich eine ganz bedeutende Senkung der Stromkosten. Wahrscheinlich wird noch einige Zeit vergehen, bis man Transistor-Anlagen kaufen kann, aber wie verlautet, befassen sich die Konstrukteure sehr intensiv mit der Entwicklung solcher Systeme.

Eine neuartige Anwendung des Transistor-Verstärkers ermöglicht einen „Blick über den Zaun" in das Gebiet der Fernmeldetechnik. Jeder kennt die sogenannten OB-Telefone (OB = Ortsbatterie) mit Kurbelinduktor, Wecker und Mikrofonbatterie, wie sie in Hausanlagen, auf Baustellen und noch hier und da in abgelegenen Gegenden in Ortstelefonnetzen benutzt werden. Das bekannteste OB-Telefon war der einige Kilogramm schwere Feldfernsprecher der früheren Wehrmacht. Weil er sich wegen seiner robusten Bauweise ohne Gefahr der Beschädigung transportieren läßt, findet man ihn häufig auch jetzt noch in behelfsmäßig verlegten Anlagen, z. B. bei größeren Sportveranstaltungen zur Durchgabe von Wettkampfergebnissen, oder auf Baustellen. Störend ist das hohe Gewicht, das man bisher in Kauf nahm, weil es nichts Besseres gab. Jetzt hat die Firma *Fernsprech-Zubehör-Dienst GmbH*, Berlin-Dahlem, einen neuen tragbaren Fernsprecher unter der Bezeichnung *„Transistor-Telefon 55"* herausgebracht, der mit Ausnahme des Fernhörers bequem in der Rocktasche mitgeführt werden kann (Maße 9 × 9 × 4 cm; Gewicht 850 Gramm). Der Handapparat (Fernhörer mit Sprechkapsel) unterscheidet sich äußerlich nicht von der herkömmlichen Ausführung, aber an die Stelle des früheren Kohlemikrofones ist eine batterielos zu betreibende magnetische Sprechkapsel getreten, die im Prinzip genau so aufgebaut ist wie die Hörkapsel. Sie kommt ohne Speisestromquelle aus, arbeitet völlig rauschfrei und lageunabhängig und besitzt einen ausgezeichneten Frequenzgang.

Ein eingebauter 1-Transistoren-Verstärker ist für die abgehende Sprache vorgesehen. Er verstärkt diese soweit, daß man mit einem ansehnlichen Pegel auf die Leitung geht, wodurch große Strecken überbrückt werden können. Mit Hilfe der Ruftaste läßt sich der Verstärker, zu dessen Speisung eine einzige Monozelle genügt, als Tongenerator umschalten (*Bild 2*). Er erzeugt eine 400-Hz-Frequenz, die von der Hörerkapsel der Gegenstelle als lauter, durchdringender Summerton wiedergegeben wird. Der früher benötigte schwere Kurbelinduktor und der „gewichtige" Wechselstromwecker entfallen deshalb. Der Transistorverstärker wird mit der am Handapparat befindlichen Sprechtaste ein- und ausgeschaltet, so daß der Stromverbrauch äußerst bescheiden ist.

Bild 2. Blockschaltung des „Transistor-Telefon 55"

Auch an den Praktiker denkt man jetzt und stellt ihm für seine Versuche die benötigten Spezialübertrager in Kleinbauweise zur Verfügung. *E. & F. Engel*, Wiesbaden, brachten zwei Typen auf den Markt, von denen die Ausführung Tr 1 mit dem Übersetzungsverhältnis 3 : 1 als Treiberübertrager hinter dem Transistor OC 604 geeignet ist, während der Übertrager Tr 2 zwei Transistoren OC 604 (oder ähnliche Typen) in Gegentaktschaltung an 3,5-Ω-Lautsprecher anpaßt. Kühne

Bild 1. Schaltung des Transistor-Verstärkers im „Gigafon T" der Firma Deutsche Elektronik GmbH

Der Tonband-Amateur

ist kein Selbstbau-Buch. Es enthält aber genau das was in keinem Tongeräte-Bau- und Konstruktionsbuch zu finden ist, nämlich Anleitungen für die zweckmäßigste Ausnutzung des Tonbandgerätes. Mit dem „Bedienen" allein ist es nicht getan; man muß die vielen Kniffe der Mikrofonaufnahme, die Zusammenstellung aufnahmewürdiger akustischer Szenen, das Überspielen, die vielen allgemeinen und technischen Einzelheiten der Tonbandbehandlung, des Klebens und Cutterns, der Archivierung usw. beherrschen, wenn man hörenswerte Aufnahmen zustande bringen will. Die Technik ist immer nur die eine Hälfte – deshalb sollte jeder Besitzer eines Tonbandgerätes, ob fertig gekauft oder selbstgebaut, zum **„Tonband-Amateur"** von Dr.-Ing. Hans Knobloch greifen. Das Buch erschien bereits in 2. Auflage im Franzis-Verlag, München; es hat 92 Seiten und 29 Bilder und kostet 4.20 DM.

Wie wertvoll dieses Buch als „erweiterte Bedienungsanleitung" für alle Tonbandgeräte ist, kann man daraus entnehmen, daß es in den Prospekten und Gebrauchsanleitungen aller führenden Tonbandgeräte empfohlen wird. Die Fabriken tun dies, weil sie dem Käufer ihrer Geräte so alle Hinweise geben wollen, die für eine wirklich restlose Ausnutzung und für eine vielseitige Anwendung des Tonbandgerätes nötig sind. „Knipse – aber mit Verstand", dieses geflügelte Wort gilt ja entsprechend abgewandelt auch für den Tonband-Amateur. Wer das Buch „Der Tonband-Amateur" liest und sich nach ihm richtet, hat mehr Freude an seinem Tonbandgerät; er lernt es, die Kunst der Tonaufnahme virtuos zu beherrschen.

Konstruktive Gesichtspunkte beim Bau von Elektronenstrahl-Oszillografen

Von Ingenieur Gerhard H. Hille

Neben dem Vorteil der niedrigeren Anschaffungskosten ist die Selbstanfertigung eines Elektronenstrahl-Oszillografen deshalb zu empfehlen, weil man hierbei wertvolle Erfahrungen sammeln kann, die sich auch beim Bau anderer Geräte, z. B. von Verstärkern, aber auch beim Oszillografieren selbst sehr günstig auswirken.

Planung und allgemeiner Aufbau

Wer einen Oszillografen selbst bauen will, sammelt zunächst meist eine Anzahl von Bauanleitungen, um das Für und Wider der einzelnen Schaltungen abzuwägen und sich eine bestimmte Schaltung auszusuchen. Der Bau verzögert sich, schließlich erscheint eine weitere neuere Bauanleitung. Man möchte nun die ursprünglich geplante Schaltung modernisieren, stößt aber auf Schwierigkeiten.

Hier stellt sich die Frage, *welche Chassis- bzw. Gehäusegröße* man wählen soll, um nachträgliche Änderungen und Ergänzungen vornehmen zu können. In langjähriger Praxis hat sich hierfür eine Gehäuseabmessung von ca. 40 cm Höhe, 30 cm Breite und 50 cm Tiefe als stets ausreichend erwiesen. Es empfiehlt sich, einen Rahmen mit diesen Abmessungen aus 3 mm starkem Winkeleisen verwindungsfrei schweißen zu lassen. Die Frontplatte schraubt man auf diesem Rahmen fest. Sie kann dann bequem ausgewechselt werden, wenn Anordnung oder Anzahl der Bedienungsknöpfe geändert werden sollen. Ein Universal-Chassis für den Verstärker und für das Kippgerät wird in *Bild 1* als Beispiel gezeigt. Es wird vorgelocht, winklig gebogen, in den Rahmen eingesetzt und befestigt. Dahinter wird auf einem gesonderten Chassis der Netzteil aufgebaut.

In manchen Fällen wird man zunächst mit einer kleinen Elektronenstrahlröhre arbeiten wollen und erst später eine größere Röhre einsetzen. Konstruktiv ist diese Aufgabe sehr einfach mit einem Schlitten zu lösen, der die Fassung für die Elektronenstrahlröhre und den Spannungsteiler trägt und in Richtung der Röhrenachse verschoben werden kann. Je nach Länge der Elektronenstrahlröhre wird der Schlitten, von dem *Bild 2* ein Ausführungsbeispiel zeigt, verstellt und an zwei zusätzlich am Rahmen angebrachten Winkeleisen befestigt.

Die Chassis werden so ausgebildet und die Einheiten so aufgebaut, daß sie jederzeit bequem ausgewechselt werden können. Diese Anordnung ist aus *Bild 3* ersichtlich. Vor dem endgültigen Aufbau empfiehlt sich der provisorische „Pappkartonaufbau", da man so am schnellsten und einfachsten die zweckmäßige Lage der Einzelteile bestimmen kann. Unangenehme Überraschungen werden so vermieden. Man baue nie zu eng.

Während sich der geschilderte Rahmenaufbau mit den Chassis-Einsätzen gemäß Bild 3 mehr für experimentelles Arbeiten eignet, ermöglicht die Anordnung des Oszillografen-Chassis in Stockwerken eine gedrängtere Bauweise. Ein Beispiel hiervon zeigt *Bild 4*. Die Lage der hier verwendeten *Telefunken*-Elektronenstrahlröhre DG 13–54 sowie der Verstärkerstufen auf diesem Chassis geht aus *Bild 5* hervor. Die beiden Endverstärkerröhren EL 803 befinden sich in unmittelbarer Nähe der ebenfalls sichtbaren Plattenanschlüsse der Röhre DG 13–54.

Eine noch größere Bandbreite erzielt man mit der neuen Breitbandpentode EL 804. Zur Verringerung der Schaltkapazitäten ist die Anode bei dieser Röhre oben herausgeführt. Dadurch ergeben sich besonders kurze Zuleitungen zu den Ablenkplatten. Rechts neben den Endröhren in Bild 5 befinden sich die Phasenumkehrstufe mit der Doppeltriode ECC 82, der Vorverstärker und der Katodenverstärker mit der Röhre ECC 81, der eine hohe Eingangsimpedanz und damit eine geringe Belastung der Meßquelle ermöglicht. Diese hier gezeigte organische Anordnung der Röhren ermöglicht es, die Verdrahtung so kurz wie möglich zu machen. Infolgedessen sind die Schaltkapazitäten gering und man erzielt eine hohe obere Grenzfrequenz des Elektronenstrahl-Oszillografen.

Um den Aufbau von Oszillografen zu vereinfachen, hat die Industrie preiswerte Gehäuse mit Chassis herausgebracht. *Bild 6* und *7* zeigen Oszillografen-Chassis und -Gehäuse der Fa. *Johann Breitenstein GmbH*, Metallwarenfabrik, Emmerich / Rhein, und *Bild 8* das der Fa. *Paul Leistner*, Eisenkonstruktionen, Hamburg-Altona. Diese Firma stellt außerdem ein Hochkantgehäuse Nr. 1 her, das sich sehr vorteilhaft für den Aufbau eines kleinen und sehr preiswerten Oszillografen mit 7-cm-Röhren, z. B. der DG 7–52 A eignet.

Bild 1. Chassis für Verstärker und Kippgerät für Experimentier-Oszillografen, vorgelocht für Röhrenfassungen, Potentiometer und Durchführungen

Bild 2. Schlitten zur Verwendung verschieden langer Elektronenstrahlröhren in einem Experimentier-Oszillografen

Bild 3. Beispiel der Gesamtanordnung der Chassis in Bausteinform

Unten: Bild 4. Oszillografen-Chassis in Stockwerkbauweise (amerikanische Bauform)

Rechts: Bild 5. Oszillografen-Chassis mit Elektronenstrahlröhre DG 13–54 (Telefunken) und Verstärkerröhren. Zwischen den beiden Breitbandpentoden EL 803 erkennt man die Anschlüsse der Ablenkplatten

Bild 6. Gehäuse und Chassis zum Bau von Elektronenstrahl-Oszillografen (Hersteller: Johann Breitenstein GmbH, Emmerich)

Bild 7. Gehäuse zum Selbstbau eines Oszillografen (Fa. Breitenstein, Emmerich)

Bild 8. Oszillografen-Gehäuse der Fa. Leistner, Hamburg

Bild 9. Oszillogramm einer Sinusschwingung auf dem Schirm einer Röhre DG 13–14A (Telefunken) als Beispiel für die hohe Zeichenschärfe moderner Elektronenstrahlröhren

Da es in manchen Fällen nötig sein wird, nachträglich noch Löcher in das Chassis zu bohren, sei auf die Lochstanzen der Fa. *Niedermeier*, München, hingewiesen, die mit verschiedenen Durchmessern auf den Markt gebracht werden. Mit ihnen ist es möglich, nachträglich an Stellen, an die man mit der Bohrmaschine nicht mehr hinkommen kann, erschütterungsfrei Löcher in beliebiger Größe auszustanzen.

Die Wahl der Elektronenstrahlröhre

Es ist *unbedingt* zu einer *neuen* und *modernen Elektronenstrahlröhre* zu raten, um Ergebnisse zu erzielen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Die neueren Elektronenstrahlröhren zeichnen sich durch wesentlich größere Helligkeit, größere Schärfe und durch weitere Vorteile, z. B. Planschirm, wahlweisen symmetrischen und asymmetrischen Betrieb für jedes Plattenpaar (DG 7-52A), größere Empfindlichkeiten, geringere Schaltkapazitäten (DG 13–54) und daher höhere Grenzfrequenzen aus. *Bild 9* zeigt als Beispiel für die Güte moderner Röhren ein unretuschiertes Foto einer Sinusschwingung vom Schirm der Elektronenstrahlröhre DG 13–14 A (Telefunken). Oszillogramme dieser Güte können heute bei sauberem Aufbau des Oszillografen auch unter amateurmäßigen Bedingungen erzielt werden.

Für einen Kleinoszillografen eignet sich die Röhre DG 7–52 A besonders gut. Sie besitzt einen Planschirm von 7,5 cm Schirmdurchmesser und kommt bereits mit einer Anodenspannung von 600 bis 800 V aus. Die Ablenkung für jedes der beiden Plattenpaare kann wahlweise symmetrisch oder asymmetrisch erfolgen. Die Ablenkempfindlichkeit ist sehr groß und kann aus dem *Bild 10* für die jeweilige Anodenspannung entnommen werden. Da bei asymmetrischer Ablenkung keine Trapezverzeichnungen auftreten, genügt für geringe Verstärkungen eine Breitbandpentode, z. B. die EF 80. Der Schirm der Röhre wird in diesem Falle bei ca. 0,35 $V_{eff} \approx 1\ V_{ss}$ Eingangsspannung ausgesteuert (R_a = 12 kΩ, V = 90). Die Bandbreite beträgt dann etwa 1 MHz. Das Kippgerät kann als Einröhren-Phantastron ebenfalls sehr einfach aufgebaut werden. Die verhältnismäßig niedrige Anodenspannung erhält man durch Vervielfachung aus der Anodenwicklung des handelsüblichen Netztransformators.

Die Röhre DG 13–54 wurde für den Aufbau von Hochleistungs-Oszillografen geschaffen. Sie besitzt neben anderen Vorteilen, wie Planschirm, großer Schärfe und Helligkeit, eine etwa um den Faktor 2..3 vergrößerte und daher besonders hohe Empfindlichkeit des katodennahen Plattenpaares. Sie wurde durch Begrenzung der Ausnutzbarkeit auf die normalerweise verwendete Schirmfläche und durch eine besonders kapazitätsarme Zuleitung zu den Ablenkplatten innerhalb der Röhre erzielt. *Bild 11* zeigt dies in einer Gegenüberstellung: bei den üblichen Strahlröhren (*Bild 11a*) werden Zuleitungen am Sockel der Röhre herausgeführt. Die schädlichen Kapazitäten sind daher größer als bei der DG 13–54 in *Bild 11b*.

Der Einbau der Elektronenstrahlröhre hat so zu erfolgen, daß der Glaskolben mechanisch nicht beansprucht wird. Die Röhre muß elastisch, also mit Filz, Schaumgummi oder weichen Kunststoffen, gehaltert werden. Der Sockel der Röhre darf nicht zur Halterung verwendet werden, vielmehr muß die Fassung fliegend aufgesetzt werden und die Zuleitungen sind flexibel auszuführen. Der Abstand zwischen Röhre und Abschirmzylinder wird zweckmäßig durch Filz- oder Schaumgummistücke erzielt, die in passender Stärke unmittelbar hinter dem Schirm und am Kolbenhals um die Röhre gelegt werden. Dabei darf die Wärmeabfuhr der Katode nicht behindert werden. Ein Vorschlag für den Einbau und die Halterung von Elektronenstrahlröhren wurde in der FUNKSCHAU 1954, Heft 8, Seite 167, veröffentlicht.

Um störende magnetische oder elektrische Felder von der Elektronenstrahlröhre fernzuhalten, empfiehlt es sich, passende vom Röhrenhersteller lieferbare Abschirmzylinder zu verwenden. Diese Abschirmzylinder bestehen aus einer hochwertigen Nickel-Eisen-Legierung[1]), dem Mu-Metall oder Hyperm, und sie sind ebenso vorsichtig wie die Röhren selbst zu behandeln. Die Art des Kristallgefüges ist mit den magnetischen Eigenschaften wesentlich verknüpft. Die Abschirmzylinder dürfen keinesfalls mechanisch oder thermisch beansprucht werden, da sich sonst die magnetischen Eigenschaften bedeutend verschlechtern können. Der Abschirmzylinder soll magnetisch von anderen Eisenteilen isoliert sein.

Anordnung des Transformators

Hauptlieferant störender magnetischer Felder ist der Netztransformator im Oszillografen selbst. Man achte daher auf folgendes:

1. Der Transformator soll so angeordnet werden, daß die auftretenden Streufelder den Elektronenstrahl möglichst wenig beeinflussen können. Beispiele hierfür zeigen *Bild* 12 und 13. Da die Felder um so weniger stören, je schirmnäher der Elektronenstrahl beeinflußt wird, ist es bisweilen zweckmäßig, den Transformator nicht, wie früher üblich, hinten im Gehäuse anzuordnen, sondern ihn möglichst weit vorn an der Frontplatte unterhalb des Chassis zu montieren.

2. Der Transformator soll magnetisch isoliert (z. B. mit Aluminiumwinkeln) auf das Chassis, das oft aus Eisenblech besteht, aufgesetzt werden.

3. Er soll genügend groß bemessen sein, so daß Überlastungen, die das Streufeld vergrößern, vermieden werden.

4. Der Transformator soll möglichst streuarm ausgeführt werden; zu empfehlen sind streufeldarme Philberth-Transformatoren.

5. Er soll so montiert werden, daß er in gewissen Grenzen, etwa um 10°, zur Achse des Gerätes bzw. der Elektronenstrahlröhre gedreht werden kann. Dies wird am einfachsten durch ovale Löcher der Befestigungswinkel erreicht. Man kann auf diese Weise Unsymmetrien des Störfeldes in bezug auf die Elektronenstrahlröhre ausgleichen. Während des Einregelns wird der Abschirmzylin-

[1]) 76% Nickel, 17% Eisen, 5% Kupfer, 2% Chrom

Bild 10. Empfindlichkeit der DG 7–52 A in Abhängigkeit von der Anodenspannung

Bild 11. Anschluß der Ablenkplatten. a = übliche Sockelform. Infolge der längeren Zuleitung über den Sockel und die Fassung ergeben sich höhere Schaltkapazitäten, die die obere Grenzfrequenz herabsetzen. b = Röhre DG 13–54 mit direkt herausgeführten Anschlüssen der Ablenkplatten; die Kapazität wird verringert, die Bandbreite vergrößert sich

Bild 12. Anordnung des Transformators hinter der Elektronenstrahlröhre. a = richtig, das Streufeld dringt nicht in die Röhre ein, der Leuchtfleck ist scharf; b = falsch, das Streufeld durchsetzt die Röhre, der Leuchtfleck ist unscharf und wird vergrößert

Bild 13. Anordnung des Transformators unterhalb der Röhre. a = richtig, die magnetischen Feldlinien verlaufen annähernd parallel zum Elektronenstrahl; b = unzweckmäßig; c und d = falsch, in beiden Fällen schneiden die magnetischen Feldlinien den Elektronenstrahl

Bild 14. Beispiel der zweckmäßigen Einstellung des Kippgerätes zur Messung des Spitzenwertes der Signalamplitude. Die Kippspannung ist mit der Signalspannung nicht synchronisiert

der entfernt und der Strahl (ohne Kippspannung) punktförmig eingestellt. Mit der Spiegelmethode wird der Transformator auf kleinste Brummeinstreuung eingedreht. Zweckmäßig wird dann das Verfahren wiederholt, nachdem der Strahl durch Anlegen von Anodenbatterien nach allen vier Richtungen bis nahe zum Rand ausgelenkt wird.

Aufbau der Schaltung bzw. des Gerätes

Für den Aufbau benutzt man zweckmäßig Röhrenfassungen, die von unten her in das Chassis eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, daß bei Änderungen die Schaltung (Verdrahtung) als Ganzes herausgezogen werden kann, ohne daß viel Lötarbeit nötig wird. Sehr bewährt haben sich die Röhrenfassungen mit Gabelfedern der Fa. *Lumberg*, Schalksmühle/Westf. Gabelfedern gewährleisten beste Kontaktgabe. Sie haben ihre Zuverlässigkeit z. B. bei den amerikanischen Nachrichtengeräten in jahrelangem Einsatz unter Beweis gestellt. Um die Kontaktgabeln in ihrer richtigen Stellung zu verdrahten, ist es wichtig, während des Verdrahtens in die Röhrenfassung ein Röhren-Phantom bzw. ersatzweise eine alte Röhre zu stecken. Auf diese Weise werden Schäden am Preßteller der Röhren durch verzogene Gabeln vermieden. Im übrigen sollen Fassungen für Preßtellerröhren weich (über Winkel oder S-Schleifen bei massiven Drähten) verdrahtet werden.

Sämtliche Leitungen sind so kurz wie möglich auszuführen, wobei die Schaltelemente am besten selbst zur Verdrahtung herangezogen werden. Grundsätzlich dürfen die signalführenden Leitungen sowohl des Verstärkers als auch des Kippgerätes nicht geschirmt werden. Eine Ausnahme hiervon ist lediglich bei Niederfrequenz- und Tieffrequenz-Oszillografen möglich.

Die Koppelkondensatoren (meist zwischen Anode und Gitter der nächsten Stufe) sind, im Gegensatz zu den Entkopplungskondensatoren, freitragend und möglichst kapazitätsarm gegenüber dem Chassis montiert. Sehr bewährt haben sich die Wima - Tropydurkondensatoren (Hersteller: *Wilhelm Westermann*, Unna/Westf.), die vollständig vergossen und daher in ihren Werten zeitbeständig und unempfindlich gegen Feuchtigkeit sind. Sie besitzen hinreichend starke Anschlußdrähte und können daher ohne zusätzliche Befestigung starr in die Schaltung eingelötet werden.

Die ungeschirmte und kapazitätsarme Verlegung der Leitungen und Anordnung der Einzelteile ist nötig, um eine möglichst hohe obere Grenzfrequenz zu erzielen. Die Erdung des Gerätes am Chassis und die Verbindung des Minuspoles mit dem Chassis erfolgt nur an einem einzigen Punkt. Damit erreicht man, daß sich im Chassis und im Gehäuse keine Störschleifen bilden können, die das Meßsignal unter Umtänden erheblich verfälschen können. Wird darauf nicht geachtet, so können Störschleifen, die bei abgenommenem Gehäuse nicht vorhanden sind, beim Einsetzen des Gerätes ins Gehäuse auftreten und umgekehrt.

Die für den konstruktiven Aufbau benötigten Winkelstützpunkte stellen in hochwertiger keramischer Ausführung die Firmen *Stemag*, Berlin, und *Stettner & Co*, Lauf bei Nürnberg, her. Letztere Firma liefert auch keramische Lötösen-Leisten zum Aufbau der Schaltung. Der Einbau von keramischen Isolierteilen ist überall da angezeigt, wo hohe Spannungen oder geringe Ströme vorhanden sind. Die keramischen Isolierteile sind möglichst so anzuordnen, daß sich kein Staub darauf ablagert, da der Staub mit der Luftfeuchtigkeit eine unerwünschte Querleitfähigkeit erzeugt, die die Vorteile keramischer Isolierteile hinfällig macht. Zum Umschalten der Ablenkplatten der Elektronenstrahlröhre von „Verstärker" auf „direkt" werden von der *AEG* und der Fa. *Ing.-Dr. P. Mozar*, Düsseldorf, Schaltbuchsen hergestellt.

Zusatzeinrichtungen. In manchen Fällen wird man an der Frontplatte ein Instrument zum Messen und Einstellen von Signal- bzw. Vergleichsspannungen oder des Anodenstromes der Elektronenstrahlröhre zur Ermittlung der Belichtungszeit anbringen. Die hierfür praktisch nur in Frage kommenden Drehspulinstrumente besitzen oft ein erhebliches magnetisches Streu - Gleichfeld, das den Strahl beeinflussen kann. Die vorteilhafteste Anordnung wird am besten durch Versuche ermittelt. Die Vergleichsspannung muß keine Rechteckspannung, sondern kann ebensogut z. B. eine Sinus- oder Sägezahnspannung sein: Man stellt einfach eine höhere Kippfrequenz ein und läßt das Bild „laufen". Das Ergebnis ist ein Bild mit rechteckiger Begrenzung, das für Meßzwecke gut geeignet ist, wie *Bild 14* zeigt. An der Frontplatte werden zweckmäßig auch Vorkehrungen getroffen, um Kontrastfilter, Meßplatten oder verschiebbare Meßstreifen sowie einen Fotovorsatz anzubringen.

Oft wird die Frage gestellt, ob für eine bestimmte Bauanleitung nicht auch andere, gerade vorrätige Röhren verwendet werden können. Man kann dies zwar tun, vielfach werden dabei aber die optimalen Eigenschaften des Gerätes in Frage gestellt. Andere Röhren bedingen meist eine andere Dimensionierung der gesamten Schaltung. Der jeweilige Autor gibt grundsätzlich die für den Zweck geeignetsten Röhren und Bauelemente an. Will ein Amateur andere als die vorgesehenen Röhrentypen verwenden, so muß es ihm überlassen bleiben, auszuprobieren, ob sie geeignet sind. Weder der Autor, die Redaktion noch die Industrie können die oft verlangten umfangreichen Ausarbeitungen hierfür übernehmen.

Kleinst-Oszillograf für den Fernseh-Service

Dem Bau dieses Gerätes lag der Gedanke zugrunde, einen kleinen transportablen Oszillografen zu schaffen, der in der Lage ist, die im Kippteil eines Fernsehgerätes vorkommenden Spannungen sichtbar zu machen, um Reparaturen an Fernsehgeräten in der Wohnung des Kunden durchzuführen.

Bei diesem kleinen Oszillografen handelt es sich um kein Hochleistungsgerät, aber um ein seinen Zweck gut erfüllendes Gerät, das alle vorkommenden Impulse exakt und unverformt aufzeichnet. Da im Kippteil eines Fernsehgerätes nur zwei Grundfrequenzen vorkommen, nämlich 50 und 15 625 Hz, genügt es, wenn der Oszillograf nur die dafür benötigten Kippfrequenzen im Zeitablenkteil erzeugt. Der Sperrschwinger des Kippgerätes ist so bemessen, daß ein oder zwei Kurvenzüge der Bild- und Zeilenimpulse geschrieben werden können.

Bild 1. Schaltung des kleinen Fernseh-Service-Oszillografen

Die Schaltung

Nach der Schaltung *Bild 1* wird das eine System der Röhre ECC 82 zum Kippen verwendet, während das andere zum Sychronisieren dient. Die Stärke der Synchronisation kann mit dem Potentiometer P.1 eingeregelt werden. Die Synchronisationsspannung wird

Bild 2. Entladungskurve des Sperrschwingerkondensators. A = Öffnungspunkt der Röhre und neuer Schwingungseinsatz; B = benutzter, fast linearer Teil der Kurve

Bild 3. Abwicklung von Frontplatte und Bodenblech

Bild 4. Befestigungsblech für die Fassung der Oszillografenröhre, Elektrolytkondensatoren und Gleichrichter

von der Meßbuchse B 1 abgenommen und über den Widerstand 500 kΩ und den Kondensator 0,1 μF an den Regler P 1 geführt.

Der Sperrschwinger erhält eine positive Gittervorspannung, damit die Röhre schneller geöffnet und eine lang auslaufende Entladungskurve vermieden wird. Das für die Sägezahnkurve verwendete Kurvenstück verläuft daher nach *Bild 2* fast linear. Durch einen zweipoligen Kippumschalter S 2/S 3 wird die Ablenkfrequenz grob umgeschaltet und mit dem Potentiometer P 2 fein eingeregelt.

Damit die Kippspannungen der beiden Frequenzen gleich groß sind, wird der Sperrschwingertransformator bei der hohen Kippfrequenz mit einem Widerstand von 2 kΩ bedämpft und für die tiefe Frequenz durch den Kondensator von 25 nF in Resonanz gebracht. Als Transformator wurde ein Zeilenimpulsübertrager aus einem Fernsehgerät verwendet.

Da höhere Spannungen als 5 V ohne Verstärker gut sichtbar gemacht werden können, wurde nur eine Verstärkerröhre vorgesehen, um Spannungen unter 5 V auf brauchbare Schirmbildgröße zu verstärken. Auf eine Regelung der Verstärkung wurde verzichtet, damit die Impulse nicht unnötig verformt werden.

Spannungen unter 5 V werden an die Buchse B 3 angelegt und über den Schalter S 1 verstärkt an die Ablenkplatten weitergeleitet.

Bild 5. Winkel für Kipp- und Verstärkerröhre und für den Sperrschwingertransformator

Die Buchse B 2 dient zum Anschluß größerer Spannungen, die den Schirm überschreiben würden. Durch den Spannungsteiler, bestehend aus den beiden 2-MΩ-Widerständen und den Kondensatoren zu je 50 pF, wird die Spannung um die Hälfte herabgesetzt.

Als Netztransformator wird eine Ausführung mit 2 × 250-V-Anodenwicklung verwendet. Die Hochspannung wird durch das Hintereinanderschalten von 250 V und 500 V gleichgerichteter Wechselspannung erzeugt, so daß eine Hochspannung von etwa 850 V zur Verfügung steht, die für die Oszillografenröhre DG 7–12 ausreicht, um eine gute Punktschärfe zu erzielen. Gleichzeitig erhält man durch die relativ niedrige Anodenspannung eine große Ablenkempfindlichkeit.

Als Gleichspannung für die anderen Röhren stehen nach dem 4-kΩ-Siebwiderstand ca. 250 V zur Verfügung.

Zur Helligkeits- und Schärferegelung wurden die Potentiometer P 3 und P 4 vorgesehen. Hierfür wurden zwei getrennte Spannungsteiler angeordnet, damit sich die Regler nicht gegenseitig beeinflussen. Durch den 100-kΩ-Widerstand, der zwischen den Ablenkplatten liegt, wird der Strahl in die richtige Lage gebracht. Dieser Widerstand muß dem Typ der verwendeten Braunschen Röhre und der Höhe der Gleichspannung angepaßt werden. Für das Gerät ist also nicht unbedingt eine Röhre DG 7–12 erforderlich, sondern es kann jede andere Oszillografenröhre, die etwa die gleichen Daten aufweist, verwendet werden.

Der Aufbau

Als Material für das Chassis wird 0,8 mm starkes Weißblech verwendet, das sich gut verarbeiten läßt und durch das Abkanten eine hohe Festigkeit erhält. *Bild 3* zeigt die Abwicklung der Frontplatte und des Bodenbleches. In die unteren Ecken zwischen Frontplatte und Boden werden außerdem Dreiecke eingelötet, die die Stabilität zusätzlich erhöhen (siehe Bild 6 und 7).

Der Mu-Metall-Zylinder für die Oszillografenröhre, der bei den Röhrenherstellern fertig zu beziehen ist und zur statischen und magnetischen Abschirmung dient, wird an der Frontplatte befestigt und die Röhre darin in Filz gelagert.

Die Leuchtfläche der Röhre wird durch eine ansprechend gestaltete Blende eingerahmt. Das Befestigungsblech *Bild 4* für Elektrolytkondensatoren, Gleichrichter usw. wird mit zwei 3 mm dicken Stangen, auf die an beiden Enden Gewinde geschnitten wurden, an der Frontplatte befestigt und die Kabelbäume zu den Potentiometern für Helligkeit und Schärfe werden daran entlang geführt.

Die Kipp- und Verstärkerröhre sowie der Sperrschwingertransformator sind auf einem Winkel nach *Bild 5* befestigt, der fertig geschaltet auf das Bodenblech aufgesetzt wird.

Das Gerät ist so gebaut, daß als Gehäuse nur eine Haube darübergestülpt zu werden braucht, die aus dem gleichen Material wie das Chassis besteht. Die Form der Haube ergibt sich zwangsläufig aus der Gestalt des Unterteils. Dadurch werden die Schwierigkeiten für den Bau eines Gehäuses umgangen. Auf *Bild 6* und *7* sind die Befestigungslöcher für die Haube gut zu erkennen, sie sind jedoch in Bild 3 nicht eingezeichnet, da man zweckmäßig die Löcher für die Befestigungsschrauben bei aufgesetzter Haube gemeinsam bohrt. Die Haube wird durch Blechschrauben befestigt, da sich in ein Blech von 0,8 mm kein Gewinde schneiden läßt.

Zu beachten ist, daß der Elektrolytkondensator 50 μF/500 V vom Chassis isoliert sein muß, da sein Gehäuse eine positive Spannung führt.

Dieter Fleischer

Bild 6. Gerät ohne Haube, rechte Seitenansicht. 1 = Elektrolytkondensator 2 × 25 μF, 2 = Helligkeitsregler, 3 = Kippfrequenz fein, 4 = ECC 82, 5 = Gleichrichter für zusammen 500 V, 6 = Netztransformator

Bild 7. Gerät ohne Haube, linke Seitenansicht. 7 = AEG-Gleichrichter, 8 = Elektrolytkondensator 50 μF, 9 = Befestigungsstange 3 mm, 10 = Schärferegler, 11 = Mu-Metall-Zylinder, 12 = Synchronisierung, 13 = eingelötete Ecke, 14 = EF 80, 15 = Bohrungen für Haubenbefestigung

Röhren und Kreise für die kommerzielle Dezimeterwellen-Technik

Von Dipl.-Ing. Hans Freygang

Beim Erzeugen und Verstärken von Dezimeterwellen-Schwingungen in kommerziellen Geräten scheidet die Verwendung von Röhren und Kreisen, wie sie von der Rundfunktechnik her geläufig sind, aus.

1. Grundbegriffe

Die Benutzung von Kreisen aus Spulen und Kondensatoren scheitert an der physikalischen Unmöglichkeit, die erforderlichen sehr kleinen Elemente L und C in der gewohnten Form zu verwirklichen. Außerdem lassen sich bei den sehr hohen Frequenzen wegen des ungünstigen L/C-Verhältnisses und der äußerst starken Bedämpfung durch Leitungs- und Strahlungsverluste keine brauchbaren Kreiswiderstände erzielen. Aus diesem Grund bedient man sich im Dezimeterwellengebiet der Leitungskreise, meist in der Ausführung als Koaxialkreise.

Wenn man von den Röhren mit Geschwindigkeits- und Lauffeldsteuerung absieht, so schließen hauptsächlich zwei Faktoren die Verwendung der üblichen Verstärkerröhren mit Dichte- (Gitter-) Steuerung bei hohen Frequenzen aus, und zwar die Verluste durch Elektronenlaufzeit und durch die Zuleitungsimpedanzen.

Die Erkenntnisse aus diesen Tatsachen führten zur Entwicklung der Scheibentrioden 2 C 39 A und 2 C 40, mit denen es möglich ist, brauchbare Verstärkungen bis ins Zentimetergebiet zu erzielen.

a) Kreise aus Spulen und Kondensatoren

Bei niederen Frequenzen sind im Schwingkreis Induktivität und Kapazität als Spule und Kondensator konzentriert vorhanden. An jeder Stelle des Kreises fließt im gleichen Augenblick derselbe Strom; Spannungs- und Stromverteilung sind als quasistationär anzusehen.

Wollte man die gleichen Verhältnisse bei sehr hohen Frequenzen darstellen, müßten die räumlichen Abmessungen so konzentriert gedachter Kreiselemente extrem kleine Werte annehmen, die physikalisch nicht mehr herstellbar sind. Ein Schwingkreis beispielsweise für eine Wellenlänge von $\lambda = 20$ cm ($f = 1500$ MHz) benötigt bei einer Kapazität von 5 pF eine Induktivität von ca. $2{,}25 \cdot 10^{-9}$ H. Ein Drahtstück mit einem Durchmesser von 3 mm, das zu einem Kreis von $D = 2$ cm gebogen wird, besitzt jedoch schon eine Induktivität von $25 \cdot 10^{-9}$ H!

Abgesehen davon, daß mit solchen Mitteln der gewünschte Kreis nicht aufzubauen ist, zeigt das Beispiel, daß bei diesen Frequenzen bereits kürzeste Schaltverbindungen Blindwiderstände aufweisen, die bei gleichen Werten liegen wie die der Schwingkreiselemente. Kommen die Leitungsstücke in die Größenordnung der Wellenlänge, so ist keine quasistationäre Stromverteilung mehr vorhanden, und der Leiter beginnt zu strahlen. Dadurch entstehen Energieverluste, die den Kreis stark bedämpfen und die quadratisch mit der Frequenz ansteigen.

Ein weiteres Argument, das gegen die Verwendung solcher Kreise spricht, ist durch den Skin-Effekt begründet. Die bei Wechselströmen bekannte Stromverdrängung nach der Oberfläche des Leiters hin wirkt sich bei sehr hohen Frequenzen so aus, daß hier nur mehr eine Schicht von wenigen Tausendstel Millimetern Dicke zur Leitung beiträgt. Dadurch erhöht sich der Leitungswiderstand im Kreis um einige Größenordnungen, und als Folge davon verschlechtern sich die Resonanzeigenschaften.

b) Koaxialkreise

Um den angedeuteten Schwierigkeiten zu begegnen, werden in der Dezimetertechnik Leitungskreise, abgestimmte Lecherleitungen, vorwiegend in der Ausführungsform als Koaxialkreise benutzt. Das sind Resonanzgebilde mit stetig verteilter Induktivität und Kapazität. Güte und Resonanzwiderstand eines sachgemäß aufgebauten unbelasteten Koaxialkreises sind sehr hoch, da die Leitungsverluste infolge der großen, zur Stromführung verfügbaren Flächen niedrig bleiben. Noch geringer ist der Energieanteil, der durch Strahlung verloren geht, denn die elektrischen Felder befinden sich ausschließlich im Innern des Topfes, zwischen Innen- und Außenleiter, bzw. um den Innenleiter herum, während die Außenfläche kalt bleibt.

Ist ein Koaxialkreis an einem Ende kurzgeschlossen und nicht durch Blindwiderstände – meist Kapazitäten – belastet, so beträgt seine axiale Länge, genau wie die eines Paralleldrahtsystems, $l = \lambda/4$ oder ein ungeradzahliges Vielfaches davon, wobei l die Resonanzwellenlänge ist. *Bild 1* zeigt die Strom- und Spannungsverteilung in einem $\lambda/4$-Topfkreis. Aus dem Verlauf ist leicht abzuleiten, daß eine *kapazitive Ankopplung*, etwa durch einen Stift, *am offenen Ende* im Spannungsbauch am festesten ist. Hingegen wird man die *Verkopplung mit dem magnetischen Feld* durch eine Schleife am zweckmäßigsten *in der Nähe der Kurzschlußscheibe* vornehmen.

Sind die Enden des Koaxialkreises beide offen oder beide kurzgeschlossen, so beträgt seine Länge $l = \lambda/2$ oder ein Vielfaches davon. Im Hinblick auf leichte Durchstimmbarkeit der Kreise und eine zweckmäßige Anschaltung der Röhre wählt man in der Regel die Schwingungsform mit $\lambda/4$. Dabei liegt am offenen Ende die Röhre mit der Gitter-Anoden- bzw. Gitter-Katoden-Strecke, während das andere Ende durch einen verschiebbaren Kurzschluß im Strombauch abgestimmt wird. Dabei ist anzustreben, die Abstimmung im ersten Knoten, also bei $\lambda/4$, vorzunehmen, weil hierbei durch geringste Leitungsverluste die höchste Resonanzgüte und völlige Eindeutigkeit der erzeugten Frequenz erzielt wird. Da jede kapazitive Belastung des Koaxialkreises in der Nähe des Spannungsbauches – etwa durch Röhrenkapazitäten oder Koppelorgane – die zur Erregung der Resonanz erforderliche Leitungslänge verkürzt, ist es bei kürzeren Wellen meist erforderlich, in einem höheren Knoten abzustimmen.

c) Elektronenlaufzeit

Die Elektronenlaufzeit, deren Einfluß in Verstärkerröhren bei niedrigen Frequenzen zu vernachlässigen ist, tritt etwa oberhalb von 300 MHz in Erscheinung. Sie bewirkt – steigend mit der Frequenz – ein Absinken der Verstärkung durch Erniedrigung der effektiven Steilheit und indirekt durch Bedämpfung des Eingangskreises.

Die zwischen Gitter und Katode liegende Spannung, die verstärkt werden soll, bildet in diesem Raum ein elektrisches Feld, das sich bei tiefen Frequenzen so langsam ändert, daß ein Elektron auf seinem Weg von der Katode zum Gitter durch ein nahezu konstant bleibendes Feld beschleunigt wird. Bei hohen Frequenzen wird die Laufzeit des Elektrons vergleichbar mit der Schwingungsdauer der Gitterwechselspannung. Das Feld zwischen Gitter und Katode bleibt nicht konstant, und mit weiter zunehmender Frequenz tritt sogar der Fall ein, daß das Steuerfeld seine Richtung umkehrt, noch ehe das Elektron die Gitterebene erreicht hat. Es ist zu träge, wird in seinem Flug wieder gehemmt, und die Folge davon ist, daß der Wechselanteil des Anodenstromes geringer ist als bei gleicher Gitterwechselspannung, aber niederer Frequenz: die Verstärkung sinkt, dies drückt sich in einer Verringerung des Realteils der Steilheit aus

Stromverteilung und Stromankopplung

I

Spannungsverteilung und Spannungsankopplung

U

Bild 1. Magnetische und elektrische Feldverteilung in einem λ/4-Topfkreis

KBS

K_A K_E I_{el} I_{ig} I_{ie}

GBS

K_A K_E I_{el}

Bild 2. Elektronenstrom und Influenzströme bei Katodenbasisschaltung (KBS) und Gitterbasisschaltung (GBS)

Die Bedämpfung des Eingangskreises der Röhre unter dem Einfluß der Elektronenlaufzeit erklärt sich aus der Veränderung von Größe und Phasenlage der Influenzströme.

Bekanntlich binden elektrische Ladungsträger im Raum, beispielsweise zwischen Gitter und Katode oder zwischen Gitter und Anode, durch Influenzwirkung entgegengesetzte Ladungen auf den benachbarten Elektroden. Bewegen sich die betrachteten Ladungsträger, so setzen sich auch die Influenzladungen in Bewegung, und es fließt ein Influenzstrom, hierzu *Bild 2*. Während nun die Elektronen auf ihrem Wege von Katode zu Anode auf das Gitter zufliegen, ziehen sie in gleichem Maße positive Ladungen im Außenkreis von der Katode auf das Gitter. Entfernen sie sich wieder nach dem Durchtritt durch die Gitterebene in Richtung auf die Anode, so fließen die vorher gebundenen positiven Ladungen vom Gitter weg und im angeschlossenen Netzwerk auf die Anode.

Solange nun die Periodendauer der Gitterwechselspannung groß ist gegen die Flugzeit der Elektronen, können diese beiden Influenzströme, der erste von Katode zum Gitter und der andere vom Gitter zur Anode, als gleich groß und gleichzeitig fließend und mit der Gitterwechselspannung in Phase bzw. in Gegenphase befindlich angesehen werden. Bei niederen Frequenzen heben sich so die beiden Influenzströme in der angeschlossenen Gitterleitung auf und belasten dadurch den Eingangskreis einer *Katodenbasisschaltung* nicht. Im Eingangskreis einer *Gitterbasisschaltung* fließt der Gitter-Influenzstrom *allein* und bedämpft den Kreis.

Mit steigender Frequenz bleiben – wie vorher angedeutet – der Elektronenfluß und damit auch die Influenzströme hinter der Gitterwechselspannung zurück. Auch werden sie kleiner. Dadurch verringert sich bei höheren Frequenzen die Bedämpfung einer *Gitterbasisstufe*. Die Tendenz bei der Katodenbasisstufe ist wieder entgegengesetzt. Dadurch, daß der Anodeninfluenzstrom eine stärkere Nacheilung zeigt und stärker abnimmt als der Gitterinfluenzstrom, kompensieren sich beide im Eingangskreis nicht mehr, und der resultierende Strom dämpft mit seinem Realteil den Eingangskreis.

Diese Zusammenhänge, die übrigens gleichzeitig die Überlegenheit der Gitterbasisschaltung hinsichtlich ihres günstigeren Eingangswiderstandes bei höheren Frequenzen erklären, wurden im Interesse der leichteren Verständlichkeit hier nur stark vereinfacht dargestellt. Bei der praktischen Anwendung setzt die Trägheit der Elektronen der Verstärkung mit dichtegesteuerten Röhren eine Grenze nach höchsten Frequenzen. Man ist deshalb bemüht, die Elektronenlaufzeit nach Möglichkeit herabzusetzen, was bis zu einem gewissen Grade durch kleine Abstände, namentlich zwischen Gitter und Katode, und hohe Beschleunigungsspannungen erreicht werden kann. Beim heutigen Stande der Fertigungsmöglichkeiten liegt die kürzeste Wellenlänge, die mit der Dichtesteuerung noch wirtschaftlich verstärkt werden kann, bei etwa 6...7 cm.

d) Ausbildung von Elektroden und Zuführungen

Während bei den Röhren der üblichen Bauformen die Impedanzen der Elektroden bei niedrigen Frequenzen nicht in Erscheinung treten, verursachen sie schon im UKW-Gebiet Verluste, die mit weiter zunehmender Frequenz rasch ansteigen. *Bild 3a* zeigt schematisch den Aufbau einer Röhre in Pico-Ausführung und *Bild 3b* das für hohe Frequenzen abgeleitete Ersatzschaltbild. Die Ströme werden den Elektroden von außen durch Drahtzuführungen zugeleitet, die im Preßteller eingeschmolzen sind. Diese Zuleitungsdrähte besitzen eine Induktivität mit einem in Reihe liegenden Verlustwiderstand. Untereinander bilden sie Kapazitäten, die durch die Dielektrizitätskonstante der Einschmelzungen und der Fassung vergrößert werden und deren Verlustwinkel mit der Frequenz ansteigt.

Schließt man an dieses Gebilde einen Schwingkreis an, so wird er einmal von den parallel liegenden Verlustwiderständen bedämpft. Außerdem – und das wirkt sich wesentlich nachteiliger aus – erfährt die vom Kreis auf die Elektroden zu übertragende Spannung eine Teilung zwischen den Impedanzen der Zuleitungen und denen der eigentlichen Elektroden, wodurch sie dort nur mit verkleinerter Amplitude wirken kann. Daraus resultiert eine empfindliche Verringerung der Verstärkung. Als geläufiges Beispiel sei hier auf die Anschaltung einer UKW-Stufe mit der EF 80 verwiesen. Bei Frequenzen um 100 MHz bringt die Verringerung der Katodeninduktivität durch die zweifache, als breite Bändchen ausgeführte Katodenzuführung schon eine merkliche Verringerung der Dämpfung, die sich in einer Erhöhung des Eingangswiderstandes der Röhre ausdrückt.

2. Übergang zu anderen Röhrenformen

e) Scheibenröhren

Aus dem Bestreben, eine Röhre zu schaffen, bei der die durch Elektrodenzuleitungen gebildeten Induktivitäten und Reihenverlustwiderstände so klein wie möglich sind, und die gleichzeitig einen verlustfreien organischen Übergang von den Elektroden zu den Koaxialkreisen gewährleistet, entstand die Scheibentriode. Bei dieser ist das Röhrensystem plan und nicht, wie sonst üblich, konzentrisch angeordnet. Die Zuleitungen zu den Elektroden sind großflächige, verlustarme, metallische Ringeinschmelzungen – „Scheiben". Diese besitzen eine sehr niedrige Induktivität und geringen Verlustwiderstand. Sie bilden gleichsam einen Teil des angeschlossenen koaxialen Schwingkreises, den sie so in der Röhre bis an die Elektroden heranführen. Dadurch entfällt die erwähnte Aufteilung der verfügbaren Wechselleistung zwischen Zuleitung und Elektrode.

In der Mitte des Röhrensystems befindet sich das Gitter; Anode und Katode liegen zu beiden Seiten. Diese Anordnung hat besondere Vorteile in Verbindung mit der bei hohen Frequenzen ausschließlich angewandten Gitterbasisschaltung. Sie ermöglicht hier eine wirksame Entkopplung zwischen Eingang und Ausgang, da die auf Massepotential befindliche Gitterebene zwischen Anode und Katode liegt und Anoden- und Katodenkreis in der Röhre, wie auch in den angeschlossenen Koaxialsystemen räumlich und elektrisch trennt. Die Scheibenbauweise kommt auch den Anforderungen nach geringer Elektronenlaufzeit entgegen: Sie gestattet die Einhaltung kleiner Elektrodenabstände und begünstigt einen Systemaufbau, der die Anwendung relativ hoher Betriebsspannungen ermöglicht.

f) Die Scheibentriode 2 C 39 A

Die Entwicklung der ersten Scheibentrioden sowohl mit Glas- wie auch mit Keramikisolation erfolgte bei Telefunken zwischen 1936 und 1938. In den darauffolgenden Jahren erlangte dieser Röhrentyp bald eine beachtliche Vervollkommnung. Die bekanntesten Röhren der damaligen Fertigung, LD 7, LD 9, LD 10, LD 11, LD 12 wurden mit Rücksicht auf einen höheren Leistungsumsatz in Metall-Keramik-Ausführung gebaut.

Nach längerer Pause hat Telefunken jetzt wieder zwei Scheibentrioden ins Fertigungsprogramm aufgenommen, und zwar die Typen 2 C 39 A und 2 C 40. Die *2 C 39 A* ist eine luftgekühlte Leistungsröhre mit einer Anodenbelastbarkeit von 100 W. Sie ist verwendbar bis zu Frequenzen von etwa 2700 MHz. Mit einer Anodenspannung von 800 V kann die Röhre bei 1000 MHz eine Nutzleistung von ca. 30 W abgeben. Bei 2500 MHz beträgt diese immer noch mehr als 12 W. Die wichtigsten vorläufigen Daten der 2 C 39 A enthält *Tabelle 1* auf Seite 18. *Bild 4* zeigt das I_a/U_g-Diagramm und die Leistungskurve über der Frequenz. In *Bild 5* ist ein Schnitt durch die Röhre wiedergegeben. Eine besondere Sockelung ist nicht vorgesehen, da man die Halterung zweckmäßigerweise direkt im Schwingkreis vornimmt. Die Zuführung zur Katode und zu dem einen Heizfadenende

Bild 3. Aufbau einer Pico-Röhre und Ersatzschaltbild für hohe Frequenzen

Rechts: Bild 4a. Scheibentriode Typ 2 C 39 A, Kennlinienfeld für $I_a = f(U_g)$

Bild 4b. Kennlinienfeld $N_{Hf} = f(f)$

Rechts: Bild 5. Scheibentriode 2 C 39 A, Schnittbild

FUNKSCHAU

mit Fernseh-Technik und **Schallplatte und Tonband**

Fachzeitschrift für Funktechniker

Redaktion:

Otto Limann und Karl Tetzner

28. Jahrgang

1956

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Sachgebiet-Verzeichnis des Hauptteils

Das nachstehende nach Sachgebieten unterteilte Inhaltsverzeichnis enthält sämtliche Aufsätze des Hauptteiles, jedoch wurden Kurz-Notizen von reinem Nachrichten-Charakter nicht aufgenommen. Um dem funktechnisch tätigen Leser das schnelle Auffinden bestimmter technischer Themen zu erleichtern, folgt auf das Sachgebiet-Verzeichnis ein Stichwortregister, in das jedoch nur die Stichworte der rein technischen Beiträge aufgenommen wurden. — Eine Seiten-Übersicht des Haupt- und Nachrichtenteils befindet sich auf Seite 8.

Die erste schräg gestellte Zahl bezeichnet das Heft, die zweite hinter dem Schrägstrich die Seite.

Allgemeines

Antennen

Ausstellungen, Tagungen
(siehe auch Nachrichtenteil)

Bauanleitungen

Berufsausbildung

Einzelteile

Elektrische Musikinstrumente

Elektroakustik

Elektronik

Empfängerberichte

Empfangstechnik

Fachliteratur

(siehe auch Nachrichtenteil)

Fernseh-Service

(Die Titel wurden teilweise umgeformt, damit die *Fehlererscheinung*, die dem Service-Techniker zunächst entgegentritt, im Stichwort enthalten ist.)

Fernsehtechnik

Fertigungstechnik

Funkortung, Funkmeßtechnik

Funktechnische Arbeitsblätter

Kristalldioden und Transistoren

KW-Amateurtechnik

Lautsprecher

Magnettontechnik

Meßtechnik

Persönliches

Weitere persönliche Meldungen befinden sich im Nachrichtenteil

Röhren

Röhren-Dokumente

Erschienen in Heft:

Schallplattentechnik

Sendetechnik (einschließlich Studios)

Störungen, Störschutz

Stromversorgung

Werkstattpraxis

Verschiedenes

Alphabetisches Stichwort-Verzeichnis des Hauptteils

A

B

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

Inhalts-Verzeichnis des Nachrichtenteils

Rubriken

Verschiedene Artikel

Die Heft-Einteilung der FUNKSCHAU 1956

Die Hefte sind so gestaltet, daß sich der Hauptteil, der mit dem Leitartikel auf der Innen - Titelseite beginnt, leicht aus dem Nachrichtenteil mit Umschlag herausheben läßt; nur in einigen Fällen ist an diesen Innenteil hinten ein Blatt anzukleben. Da viele Leser nur den Hauptteil einbinden, berücksichtigt das Jahres - Inhaltsverzeichnis in seinem Sachgebiet-Verzeichnis und im alphabetischen Stichwortverzeichnis nur dessen Inhalt. Der Inhalt des Nachrichtenteils wurde auf der vorhergehenden Seite unten gesondert aufgeführt.

Der Umfang des Hauptteils und des Nachrichtenteils der einzelnen Hefte ist aus der nachstehenden Zusammenstellung ersichtlich:

Heft	Hauptteil Seiten	Nachrichtenteil Seiten	
1	7... 38	1... 6,	39... 44
2	49... 76	45... 48,	77... 80
3	87... 118	81... 86,	119... 124
4	131... 154	125... 130,	155... 160
5	167... 202	161... 166,	203... 208
6	215... 238	209... 214,	239... 244
7	251... 282	245... 250,	283... 288
8	295... 318	289... 294,	319... 324
9	337... 380	325... 336,	381... 392
10	397... 420	393... 396,	421... 424
11	433... 468	425... 432,	469... 476
12	483... 508	477... 482,	509... 512
13	521... 568	513... 520,	569... 576
14	583... 608	577... 582,	609... 612
15	619... 652	613... 618,	653... 656
16	663... 688	657... 662,	689... 692
17	703... 744	693... 702,	745... 752
18	759... 782	753... 758,	783... 788
19	795... 826	789... 794,	827... 832
20	839... 862	833... 838,	863... 868
21	877... 912	869... 876,	913... 920
22	929... 956	921... 928,	957... 964
23	973...1008	965... 972,	1009...1016
24	1025...1052	1017...1024,	1053...1060

Beilagen

Es wurden folgende Beilagen eingefügt:

Röhren-Dokumente Nr. 1 .... in Heft 11
„ „ „ 2 .... „ „ 15
„ „ „ 3 .... „ „ 24

erfolgt über ein dünnes Rohr, in welchem isoliert der zweite Heizfadenanschluß angebracht ist. Darüber sitzt, durch eine Glaseinschmelzung isoliert, ein breiter Ring, der innen das Gitter trägt. Über einem weiteren aufgeschmolzenen Glaszylinder ist die massive, ringförmige Anodenzuführung mit dem Kühlkopf angebracht. Diese gestaffelte Anordnung der Elektroden ermöglicht die Verbindung mit den Kreisen durch einfaches Hineinstecken der Röhre.

Für die Einstellung der Heizung ist zu beachten, daß oberhalb 400 MHz durch Laufzeiteinflüsse im Gitter-Katoden-Raum eine mehr oder minder starke zusätzliche Aufheizung der Katodenoberfläche erfolgt, die durch Herabsetzen der Heizleistung ausgeglichen werden muß. Da die Stärke der Aufheizung von einer Reihe von Faktoren, der Frequenz, den eingestellten Betriebswerten, der Aussteuerung usw. abhängt, sind hier nur Richtwerte für die Absenkung der Heizspannung angegeben. Bei der Inbetriebnahme der Röhre geht man zweckmäßigerweise so vor, daß zunächst die normale Heizung von 6,3 V angelegt wird. Nach ca. 1 min Anheizzeit wird dann die Anodenspannung angelegt und nach weiteren 2...3 min Schwingbetrieb die Reduzierung der Heizleistung vorgenommen.

Bei Anodenbelastungen unter 8 Watt kann die Röhre 2 C 39 A ohne zusätzliche Kühlung arbeiten. Darüber rechnet man ungefähr mit einem Richtwert von 1 l/min Kühlluft für jedes Watt Anodenverlustleistung. Diese Angaben beziehen sich auf eine Temperatur von 20° für die eintretende Kühlluft bzw. den umgebenden Raum. Eine gebräuchliche Anordnung für die Luftkühlung zeigt schematisch *Bild 6*. Bei dieser Konstruktion entsteht am Kühlkörper der Röhre ein Druckabfall von cirka 10 mm W.S. bei 100 l/min Luftströmung. Eine Kühlung des Gitter- und Katodenteils der Röhre erübrigt sich, wenn durch gute wärmeableitende Kontaktabgabe zwischen Röhre und Kreis dafür gesorgt ist, daß die Röhrenoberfläche nicht heißer als 175° C wird.

g) Die Scheibentriode 2 C 40

Mit einer Anodenverlustleistung von 6,5 W ist die Röhre 2 C 40 vorwiegend für Schwingstufen kleinerer Leistung in Empfängern und Meßapparaturen bis zu Frequenzen von etwa 3300 MHz geeignet. Über die wichtigsten Daten informiert *Tabelle 2* auf der folgenden Seite. In *Bild 7* sind die I_a/U_g- und I_a/U_a-Kennlinienfelder wiedergegeben und in *Bild 8* die Abhängigkeit der Hf-Leistung von der Frequenz.

Bild 7. Scheibentriode 2 C 40, Kennlinienfelder $I_a = f(U_g)$, $I_a = f(U_a)$ (rechts)

Das Schnittbild der Röhre, *Bild 9*, zeigt die gleichen Elemente wie bei der Röhre 2 C 39 A, jedoch sind die Kontaktringe gerade umgekehrt gestaffelt. Hier hat der Anodenanschluß den kleinsten Durchmesser, während der große Katodenring direkt auf den Oktalsockel aufgesetzt ist. Die Heizung ist bei der 2 C 40 von der Katode isoliert. Diese wiederum besteht aus zwei Bauteilen, die durch einen Ringkondensator von ca. 100 pF gleichstrommäßig getrennt sind. Diese Teile sind der eigentliche Katodenzylinder, in dem sich die Heizwendel befindet und dem über einen Sockelstift die Katodengleichspannung zugeführt wird, und der äußere Ring für die Hf-Verbindung. Infolge des geringen Leistungsumsatzes braucht die Röhre nicht zusätzlich gekühlt werden. Allerdings muß dafür gesorgt sein, daß die Kontaktgabe zwischen den Röhrenelementen und dem Metallkörper der Kreise nicht nur elektrisch sondern auch thermisch gut ist, damit die in der Röhre erzeugte Wärme abfließen kann und die Temperatur an der Röhrenoberfläche 200° C nicht überschreitet.

Bild 6. Scheibentriode 2 C 39 A, Anordnung für Luftkühlung

3. Schaltbeispiel einer Oszillatorstufe mit der Röhre 2 C 39 A

An Hand einer Aufbauskizze sollen abschließend einige Hinweise für den Entwurf von Rohrkreisstufen gegeben werden. Der Aufbau einer Oszillatorstufe mit der Röhre 2 C 39 A ist schematisch in *Bild 10* skizziert, dazu das entsprechende Ersatzschaltbild. Die drei ineinander gesteckten Rohre sind – von innen nach außen – an Katode, Gitter und Anode angeschlossen, an letztere über eine hinreichend große, als Ringkondensator ausgebildete Kapazität, welche die gleichspannungsmäßige Auftrennung zwischen Anode und Gitter bewirkt. Grundsätzlich ist es auch denkbar, die Kreise für Anode und Katode zu beiden Seiten der Gitterebene anzuordnen. Doch hat es sich als zweckmäßiger erwiesen, die Rohrsysteme ineinander zu stecken. Man erreicht damit eine kürzere Baulänge, einfache Führung der Kühlluft und kann die Röhre bequemer auswechseln.

Beim Aufbau der Kreise ist größte Sorgfalt auf die Erreichung kleinster Übergangswiderstände zwischen Schieber und Rohr über den gesamten Kreisumfang zu verwenden, da die Kontaktfedern am Ort des größten Stromes liegen. Mangelhafte Kontaktgabe bedeutet Verschlechterung der Kreise und führt zu Leistungsverlust und gegebenenfalls auch Instabilität des Oszillators. Wenn der durchsteuer-

Bild 8. Scheibentriode 2 C 40, Hochfrequenzleistung $N_{Hf} = f(f)$

Rechts: Bild 9. Scheibentriode 2 C 40, Schnittbild

Bild 10. Oszillatorstufe mit Koaxialkreisen und Scheibentriode 2 C 39 A, dazu Ersatzschaltbild und Stromspannungsverteilung des Gitter-Anodenkreises bei 3 λ/4-Abstimmung

bare Frequenzbereich klein ist, kann der Kurzschluß auch auf kapazitivem Wege erfolgen. Der Schieber muß dann eine Länge von $\lambda/4$ besitzen und isoliert vom Rohr geführt werden. Die Leitung ist damit nur für die Sollfrequenz abgeschlossen, was die erforderliche Frequenzstabilität des Senders erhöht.

Tabelle 1. Scheibentriode 2 C 39 A

Vorläufige technische Daten

Heizung:	U_f	6,3 V	Anheizzeit ca. 1 min
	I_f	1,0 A	
Meßwerte:	U_a	600 V	
	U_g	—2,5 V	
	I_a	70 mA	
	S	23 mA/V	
	μ	100	

Betriebswerte: Richtwerte für Schwingbetrieb bei f = 2000 MHz

U_a	500	800	V
U_g[1])	—20	—20	V
I_k	100	100	mA
I_g	18	8	mA
N_{Hf}	13	22	W

Die statischen Heizdaten, U_f = 6,3 V, gelten nicht bei f > ca. 400 MHz. Hierfür werden folgende Richtwerte empfohlen:

f		U_f
<400	MHz	6,3 V
400...1000	MHz	6,0 V
1000...1500	MHz	5,5 V
1500...2000	MHz	5,0 V
>2000	MHz	4,5 V

Grenzwerte:

U_a unmod	1000 V	Q_g	2 W
U_a 100% mod	600 V	I_g	50 mA
Q_a[2])	100 W	I_k	125 mA
U_g	—150 V	$I_{k\ eff}$	150 mA
$U_{g\ sp}$	+ 30 V	t_{max} (Röhrenoberfläche)	175 °C
$U_{g\ sp}$	—400 V		

Kapazitäten:

c_{gk}	6,5 pF
c_{ga}	1,95 pF
c_{ak}	≦0,035 pF

[1]) U_g wird zweckmäßigerweise durch R_k erzeugt

[2]) mit Luftkühlung 100 l/min bei Eintrittstemperatur = 20° C

Abmessungen der Scheibentriode 2 C 39 A

Zur Rückkopplung dient ein verstellbarer Stift, der in beide Kreise hineinragt und etwa einer veränderbaren Kapazität zwischen Anode und Katode gleichzusetzen ist. Für die Auskopplung ist ein weiterer Stift vorgesehen, der zur Erreichung optimaler Anpassung an den Verbraucher mehr oder weniger tief in den Anodenkreis eingetaucht werden kann. Die Frequenz der erzeugten Schwingung wird im wesentlichen durch den Gitter-Anodenkreis bestimmt. Durch Variation der Rückkopplung und des Gitter-Katoden-Kreises kann der Grad der Selbsterregung beeinflußt und der erforderlichen Leistungsabgabe optimal angepaßt werden. In Bild 10 ist unter dem Rohrkreis die Spannungs- und Stromverteilung aufgetragen. Bei einem ausgeführten Sender für eine Wellenlänge von 16,7 cm beträgt die Länge des Topfes rund 90 mm. Der Koaxialkreis zwischen Gitter und Anode ist hierbei im zweiten Knoten $3\lambda/4$ abgestimmt, da infolge der kapazitiven Belastung durch Röhre und Rückkopplungsstift die Länge eines $\lambda/4$-Kreises weniger als 4 cm betragen müßte und damit die Schieberebene in die Röhre fiele. Die gleiche Anordnung kann mit geringen Abänderungen als Leistungsverstärker in Gitterbasis-Schaltung Verwendung finden. An Stelle der Vorrichtung für die Rückkopplung wird hierbei eine solche für die Einkopplung der zu verstärkenden Frequenz in den Katodenkreis benötigt. Da der Anodenkreis nicht durchbrochen werden darf, muß, um Zugang zum Katodenkreis zu erhalten, dieser verlängert, d. h. in einem höheren Knoten, beispielsweise bei $5\lambda/4$ abgestimmt werden. Das ist unkritisch, da der Katodenkreis ohnedies niederohmiger und für die Frequenzkonstanz und Leistungsabgabe von geringerer Bedeutung ist.

Tabelle 2. Scheibentriode 2 C 40

Vorläufige technische Daten

Heizung:

U_f	6,3 V
I_f	0,75 A

Anheizzeit ca. 1 min

¹) Hf-Katode

Abmessungen und Sockelschaltung der Scheibentriode 2 C 40

Betriebswerte für Schwingbetrieb:

f	2300	3300	MHz
U_a	250	250	V
U_g	—10	—5	V
I_a	20	20	mA
I_g	1,2	0,3	mA
N_{Hf}	700	100	mW

Grenzwerte:

U_a	500 V
Q_a	6,5 W
I_a	25 mA
t_{max} (Röhrenoberfläche)	200 °C

Kapazitäten:

c_{gk}	2,2 pF
c_{ga}	1,3 pF
c_{ak}	≦0,03 pF
c_{km}	100 pF

Aus der Zeitschrift *Elektronik* des Franzis-Verlages

Auswerten von Leuchtschirmbildern mit einem Nachzeichengerät

DK 621.317.755.087.352 : 744.346.5

Wie *Walter Maroun* in diesem Aufsatz erläutert, ist es beim Oszillografieren oft angebracht, anstelle von fotografischen Aufnahmen Handzeichnungen der Kurvenbilder herzustellen. Sie lassen sich nicht nur in kürzester Zeit anfertigen und vermeiden den langwierigen Umweg über die Fotografie, sie sind außerdem billig. Damit das Nachzeichnen rasch und originalgetreu vor sich geht, benutzt man eine Hilfsvorrichtung, die an jeden Oszillografen angebaut werden kann. Durch ein Okular blickt man auf einen schräg angebrachten halbdurchlässigen Spiegel, in dem das Leuchtschirmbild und das Zeichenblatt so erscheinen, als ob sie in einer Ebene liegen. Beim Zeichnen muß man lediglich mit dem Stift das Kurvenbild nachziehen.

(ELEKTRONIK 1956, Heft 7, Seite 178, 2 Bilder.)

Die Germaniumdiode

DK 621.314.632.004.14:546.289

A. Gaudlitz berichtet über Wissenswertes für den Anwender von Germaniumdioden und kommt auf die historischen Zusammenhänge zu sprechen. Als man mit immer höheren Frequenzen zu arbeiten begann, machten sich bei Röhren-Dioden gewisse Schwierigkeiten bemerkbar. Man erinnerte sich des alten Detektors, dessen sehr kleine Kapazität Anwendung für Höchstfrequenzen erlaubt und bei dem Laufzeitstörungen erst im Millimeterwellenbereich zu befürchten sind. So wurden bereits während des letzten Weltkrieges Richtleiter entwickelt und immer weiter verbessert. Bei dem heute verwendeten Germanium kommt es auf hohen Reinheitsgrad an, wobei dem richtigen Fabrikationsprozeß größte Bedeutung zuzumessen ist.

Der Verfasser erläutert das Ersatzschaltbild der Germaniumdiode und bespricht dann die Kennlinie und den Temperatureinfluß. Der Rundfunktechniker wird sich in erster Linie für den Abschnitt „Anwendungen" interessieren, in dem über Richtleiter als Gleichrichter und als Demodulator gesprochen wird. Man erfährt z. B., daß die Einzelstücke von Dioden-Paaren für Ratio-Detektoren so weitgehend übereinstimmen müssen, daß sie auch beim Vertauschen oder bei Schwankungen dés Eingangspegels symmetrisch bleiben, um die geforderte Störunterdrückung zu leisten. Ein Abschnitt über Kenndaten von Siemens-Richtleitern schließt die Arbeit ab.

(ELEKTRONIK 1956, Heft 9, Seite 229...235, 14 Bilder.)

Funktechnische Experimentiergeräte

Anleitungen für Schulen und Arbeitsgemeinschaften

Von Otto Eberl

Diese neue Aufsatzreihe für den jungen Funktechniker behandelt den Bau einfacher Experimentiergeräte, mit denen sich grundlegende Versuche für das richtige Verständnis funktechnischer Vorgänge und Schaltungen durchführen lassen. Die in dieser Reihe beschriebenen Geräte entstanden aus der praktischen Arbeit einer Berufsschule. Sie wurden von den Schülern im handwerklichen Unterricht aufgebaut und dienten dann als Demonstrations-Instrumente bei schaltungstechnischen Vorträgen.

Allgemeines

Anlaß zur Entwicklung der hier beschriebenen Geräte gab der zu knapp bemessene Etat, der es nicht zuließ, industriell gefertigte Lehrmittel und Experimentiergeräte zu beschaffen. Obwohl es sehr gute Lehrmittel auf dem Gebiet der Elektrotechnik und der elektrischen Schwingungslehre für den allgemeinen Physikunterricht gibt, sind sie doch für Berufsschulen und Arbeitsgemeinschaften nicht immer zweckentsprechend, oder abei sie scheiden durch ihren zu hohen Preis aus. Hier hilft nur der Selbstbau. Die Schule muß sich in Arbeitsgemeinschaften ihre Arbeits- und Lehrgeräte selbst fertigen. Wenn auch vom Lehrer und von den Schülern ein gewisses Mehr an Arbeit und Zeitaufwand aufgebracht werden muß, wird sich die Mühe doch reichlich lohnen, wenn Lust und Liebe zur Funktechnik vorhanden sind.

Die Geräte, deren Bau in dem vorliegenden Aufsatz und in weiteren Artikeln behandelt werden soll, stellen ein Mindestmaß an Ausstattung dar, das für die in die Funktechnik einführenden Versuche vohanden sein sollte. Der nachstehende Überblick gestattet die Planung der einzelnen Bauvorhaben. Grundsätzlich wurde alles vermieden, was die Geräte kompliziert machen und verteuern würde, obwohl auch auf eine gute Ausstattung und ein gefälliges Aussehen geachtet wurde.

Die *Grundausstattung einer Schule in funktechnischem Lehrgerät* ist durch den Ablauf des Unterrichts in methodischer Hinsicht bedingt. Sie ergibt sich durch die historische Entwicklung der Funktechnik und wird durch die nachfolgend aufgeführten Versuchsreihen bestimmt:

1. Die Untersuchung der Induktionsvorgänge nach *Michael Faraday*.
2. Die elektrischen Wellen und ihre Entdeckung durch *Heinrich Hertz*.
3. Die Elektronenröhre und ihre Schaltungen
   a) als Hf- und Nf-Gleichrichter,
   b) als Schwingungserzeuger,
   d) als Hf- und Nf-Verstärker.
4. Messungen an Elektronenröhren.
5. Die Netzspannungsquelle und ihre Anwendung.

Für diese Versuchsreihen sind folgende Geräte als Erstausstattung erforderlich, von denen die wichtigsten im Verlauf der Aufsatzreihe in zwangloser Folge nacheinander behandelt werden:

1. Experimentiertransformator mit auswechselbaren Spulen für fünf verschiedene Übersetzungsverhältnisse.
2. Galvanoskop mit Zeigernullpunkt in der Mitte der Skala.
3. Spiegelgalvanoskop (einfaches Modell).
4. Detektorapparat.
5. Röhren-Hf-Gleichrichterstufe.
6. Röhren-Nf-Gleichrichterstufe.
7. Röhren-Audion-Stufe.
8. Röhren-Hf-Verstärkerstufe, a = aperiodisch, b = abstimmbar.
9. Röhren-Nf-Verstärkerstufe.
10. Röhren-Nf-Endstufe.
11. Röhren-Nf- und Tonfrequenzgenerator.
12. Röhren-Hf-Generator; auch als Meßoszillator zu verwenden.
13. Röhren-Mischstufe.
14. Röhren-Voltmeter.
15. Röhren-Netzanschlußgerät.
16. Selen-Netzanschlußgerät.
17. Großes Netzanschlußgerät mit Schalttafel, Nf-Verstärker, Glimmröhren-Tonfrequenzgenerator, Meßbrücke, Glimmprüfer sowie Hochspannungsteil bis 1000 V.
18. Glimmlampenprüf- und Meßgerät mit graduierter Amplitudenröhre.
19. Vielfachmeßgerät für Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessungen.
20. Demonstrations-Voltmeter mit drei Meßbereichen.
21. Demonstrations - Amperemeter mit drei Meßbereichen.

Da alle Geräte aufeinander abgestimmt sind, können sie vielfältig miteinander kombiniert werden. Der Aufbau einer bestimmten Schaltung ist durch das Blocksystem der Empfängerstufen kein Problem und läßt sich übersichtlich darstellen.

Da aber für diese Versuche eine gute und ausreichende Spannungsquelle erforderlich ist und fernerhin Meßgeräte notwendig sind, sollen zunächst vordringlich ein einfaches aber leistungsfähiges Netzgerät mit eingebauter Prüfglimmröhre sowie ein einfacher zweistufiger Meßoszillator und weitere Meßgeräte behandelt werden.

1. Das Netzanschlußgerät

Das Netzanschlußgerät für Experimentierzwecke hat den verschiedensten Ansprüchen gerecht zu werden und ist deshalb ausreichend zu dimensionieren. Das trifft vor allem für den Spannungsbereich 0...60 V zu. Hier sollen höhere Belastungen, etwa zwischen 1 und 3 A, möglich sein. Beim Anodenspannungsgleichrichter hat sich im praktischen Betrieb eine Belastung bis zu etwa 90 mA als ausreichend erwiesen, so daß man hier mit einem normalen Selengleichrichter E 220 C 90 auskommt.

Für die Gleichrichtung im Bereich von 0...20 V muß eine bis zu 6 A belastbare Gleichrichtertype vorgesehen werden, während für den Bereich von 20...60 V die Belastung entsprechend niedriger wird und durch die mögliche Gesamtbelastung des Transformators (zwischen 150 und 200 W) gegeben ist. Um aber den Gleichrichter zu schonen, ist es notwendig, jederzeit die Strom- und Spannungsverhältnisse kontrollieren zu können. Daher wurden für diesen Teil der Schaltung zwei Instrumente (billige Weicheiseninstrumente) vorgesehen. Obwohl eine Sicherung gegen Überlastung auch durch einen Thermoschalter zu erreichen gewesen wäre, wurde davon Abstand genommen, weil sich die Kontrolle mit Instrumenten für den Schulbetrieb besser eignet und außerdem jederzeit die entnommene Leistung festzustellen ist, ohne durch zusätzliche Meßgeräte die Gesamtschaltung zu kompliziert zu machen. In der Schulpraxis sind Versuchsschaltungen so übersichtlich und einfach wie möglich aufzubauen. Zusätzliche Meßgeräte bedingen weitere Verbindungskabel, die die Übersichtlichkeit beeinträchtigen. Deshalb ist der Einbau dieser Instrumente in das Netzgerät günstiger und vom Schul-Standpunkt aus vorteilhafter.

Um die Baukosten nicht durch Sonderanfertigung eines Transformators zu erhöhen, wurde das Gerät mit zwei normalen Rundfunktransformatoren bestückt. Transformator Tr 1 ist ein handelsüblicher Typ, wäh-

Bild 1. Schaltung des Netzanschlußgerätes. Stellungen des Schalters S 1:
1 = Aus; 2 = Tr 1 ein; 3 = Tr 2 ein; 4 = Tr 1 und Tr 2 ein

rend Transformator Tr 2 hoch belastbar sein soll (wenn möglich 150...200 W).

Das Netzgerät enthält zwei getrennte Netzteile, wobei jeder Teil für sich oder aber auch beide gemeinsam betrieben werden können.

Die Schaltung

Wie aus *Bild 1* zu ersehen ist, arbeitet der Anodenspannungsteil mit dem Transformator Tr 1, einem AEG-Gleichrichter Gr 1 (Selen E 220 C 90) und der Siebkette 2 × 50 µF und 2 kΩ. Der Elektrolytkondensator (2 × 50 µF) soll vom Chassis isoliert sein. Diese Siebkombination hat sich in der Praxis gut bewährt; sie wurde wegen der niedrigeren Kosten gegenüber einer Drossel vorgezogen. – Für Anfänger sei darauf hingewiesen, daß beim Anschließen des Elektrolytkondensators unbedingt auf die richtige Polung zu achten ist (Minuspol am Gehäuse!), da sonst sowohl der Gleichrichter als auch der Kondensator Schaden leiden könnte.

Die Glimmröhren - Prüfeinrichtung (Gl 3) kann über den Schalter S 2 wahlweise an Gleich- oder Wechselspannung angelegt werden. Dies ist besonders beim schnellen Prüfen von Kondensatoren, Widerständen, Heizfäden, Masseanschlüssen usw. von Bedeutung. Der Schalter S 2 hat 2 × 3 Schaltkontakte, so daß in Stellung 2 die Prüfeinrichtung mit Gleichstrom gespeist wird, in Stellung 3 wird sie mit Wechselstrom versorgt und in Stellung 1 ist die Prüfeinrichtung abgeschaltet.

Der Anodenspannungs - Transformator besitzt ferner eine 6,3-V-Heizwicklung, die bis zu 4 A belastbar ist. Die Anschlüsse des Anodenteiles sind an Apparateklemmen geführt, die sich für den Betrieb in der Schule und im Labor besser eignen als Buchsen. Es muß aber darauf geachtet werden, daß Klemmen oder Buchsen isolierende Durchführungen besitzen, weil das Gehäuse und die Frontplatte aus Holz gefertigt werden. Ohne solche Isolierdurchführungen waren bisweilen in empfindlichen Schaltungen Brummeinstreuungen und Verzerrungen zu beobachten. Sie wurden durch Kriechströme vom Anodenspannungsgerät zum nachfolgenden Gitter einer Röhre verursacht. Mit Hilfe von isolierenden Durchführungen werden solche Störungen vermieden.

Der andere Teil der Schaltung mit dem Transformator Tr 2 und dem Gleichrichter Gr 2 ist ebenfalls sehr einfach aufgebaut. Mit dem Schalter S 3 kann man sowohl die Wechselspannung von 0...60 V als auch die Gleichspannung regeln. Die beiden Instrumente sind in den Gleichstromweg des Gerätes geschaltet, da sie hier ihre Hauptfunktion, nämlich die Überwachung des Gleichrichters Gr 2 zu erfüllen haben.

Um den gleichgerichteten Strom zu glätten, wurde ein Niedervolt-Elektrolytkondensator C 2 (250 µF) parallel zum Gleichspannungsausgang des Gerätes geschaltet. Auch dieser Kondensator ist vom Chassis zu isolieren. Wird ein gemeinsamer Bezugspunkt für Heizung und Anodenspannung benötigt, so ist die Verbindung außen am Gerät durchzuführen.

Der Aufbau

Das Gerät wurde auf einem Chassis aus 2 mm starkem Aluminium-Blech aufgebaut, dessen Maße aus *Bild 2* ersichtlich sind. Die Maße sind nur Richtwerte, die nach den zur Verfügung stehenden Bauteilen abzuwandeln sind. Es wurde davon abgesehen, eine rezeptartige Baubeschreibung zu geben, damit auch andere vorhandene Bauteile verwendet werden können.

Das Gehäuse wurde aus Holz erstellt, Aufbau und Maße gehen aus *Bild 3* hervor. Der Bohrplan für die Frontplatte und die Anordnung der Teile sind aus *Bild 4* zu ersehen, während die Verdrahtung in *Bild 5* und 6 dargestellt ist. Die Frontplatte besteht ebenfalls aus Holz. Während das Gehäuse mit schwarzem Emaillelack gestrichen ist, wurde die Frontplatte mit einem weißen Lackanstrich versehen, um dem Gerät ein gefälliges Aussehen zu geben. – Das Gehäuse ist ferner mit zwei Traggriffen ausgestattet, um es im Schulbetrieb in einen anderen Unterrichtsraum transportieren zu können. Das Gerät wurde mit Schilderrähmchen versehen, in die mit der Schreibmaschine geschriebene Bezeichnungsschildchen eingeschoben wurden. Sie sind durch Tesafilm vor dem Verschmutzen geschützt.

115 75 75 35 67 282 148 67 230
Durchmesser je nach Größe der Schalterachsen
Biegekante
Bohrungen zur Befestigung von Tr 2 entsprechend den Maßen des Transformators
Bohrung für Gleichrichter (Durchmesser je nach Befestigungsbolzen)
Bohrungen zur Befestigung von Tr 1
Biegekante
Gerätestecker
Bohrungen für Schraubsicherungen bzw. Fassungen

Links: Bild 2. Größenangaben für das Chassis; die genauen Abmessungen hängen von den verwendeten Einzelteilen ab. Material: Aluminiumblech, 2 mm stark

Holzschrauben
Tragegriffe
Leisten zum Befestigen der Frontplatte
100 10 280 300 10 10 25 130 180 25 15 480 15

Rechts: Bild 3. Bauangaben für das Holzgehäuse

480 90 80 70 210 50 70 70 40 60 75 280 60 45 35 60 15 30 135 75
0...60V=
Transformator1
Glimmprüfer
Transformator2
380V=
Glimmprüfer
0...60V~
S1 Primär
S2 Glimmprüfer
S3-0...60V
6,3V~

Bild 4. Anordnung der Einzelteile auf der Frontplatte

Der Transformator Tr 2

Für den Transformator Tr 2 beschafft man sich zweckmäßig einen alten Netztransformator mit mindestens 12 cm² Eisenquerschnitt (zu billigsten Preisen in einschlägigen Fachgeschäften zu erhalten). Die Bleche werden ausgeschachtelt und die Heiz- und Anodenwicklungen entfernt, nachdem die genaue Windungszahl der alten Heizwicklung festgestellt und notiert worden ist. Wir vergewissern uns, daß die Netzwicklung noch ein-

wandfrei isolierend abgedeckt ist (notfalls wird eine neue Lage Isolierpapier aufgebracht). Die neuen Windungszahlen ergeben sich wie folgt.

Hatte zum Beispiel die alte Heizwicklung 36 Windungen bei 4 Volt, dann kämen auf 1 Volt 9 Windungen, also

Volt	Windg.	Volt	Windg.
1	9	20	180
4	36	30	270
6,3	~ 57	40	360
10	90	50	450
12,6	~ 113	60	540

Bei ausreichendem Wickelraum sind der Drahtquerschnitt und die Drahtsorte der alten Heizwicklung zu verwenden. Sollte jedoch der Wickelraum für diesen Draht nicht ausreichen, so kann man sich auch mit einer größten Spannung von 40 V begnügen. Dieser Wert reicht noch für alle Versuche gut aus. Oder aber man wickelt mit etwas dünnerem Draht, büßt dann allerdings an Belastbarkeit ein. Wer sich näher mit der Berechnung von Transformatoren befassen will, sei auf Band 68/70 der Radio-Praktiker-Bücherei „Formelsammlung für Radiopraktiker" verwiesen.

Vor dem Neubau eines Netztransformators sei der Anfänger und Ungeübte gewarnt, da Mißerfolge kaum zu vermeiden sind.

Die Anschlüsse bzw. Anzapfungen werden gut isoliert nach außen geführt und an einer Lötösenleiste befestigt. Dadurch ist eine saubere Verdrahtung gewährleistet. Nach jeder zweiten Lage Draht ist eine Schicht Isolierpapier als Zwischenlage vorzusehen. Falls es der Wickelraum zuläßt, wird sogar besser nach jeder Drahtlage eine Lage Isolierpapier eingefügt. Ist die Wicklung aufgebracht, dann werden die Bleche wieder in die Spule eingeschachtelt.

Inbetriebnahme

Ist das Chassis montiert und mit der Frontplatte verdrahtet, dann wird das Gerät probeweise in Betrieb genommen (Vorsicht wegen der hohen Spannungen an den Transformatoren und Kondensatoren!). Stellen sich alle in der Schaltung angegebenen Spannungswerte ein, dann arbeitet das Gerät einwandfrei und kann in das Gehäuse eingebaut werden. Gegen unbefugten Eingriff ist das Gerät mit einer Rückwand zu versehen, wie überhaupt die einschlägigen VDE-Vorschriften über Apparate in Schulen zu beachten sind (Gerätestecker und Schuko-Stecker).

Bild 5. Die Verdrahtung des Chassis von oben gesehen

Bild 6. Unterseite des Chassis mit Angaben für die Verdrahtung

Im Modell verwendete Einzelteile

Netztransformator Tr 1 — Primär: 120/150/220 V; Sekundär: 265 V, 100 mA; 6,3 V Heizwicklung

Netztransformator Tr 2 — siehe Bild 1 und Text

Gleichrichter 1 — 75...100 mA, 220 V

Gleichrichter 2 — 3 oder 6 A, 60 V

Kondensatoren — 2 × 50 µF, 500/550 V; 1 × 250 µF, 75 V

3 Glimmröhren mit E 10-Sockel u. Vorwiderstand

3 Fassungen für die Glimmröhren

Schalter
S 1 2 × 4 Kontakte, 2 Schaltebenen
S 2 2 × 3 Kontakte, 2 Schaltebenen
S 3 1 × 9 Kontakte, 1 Schaltebene

Instrumente (Weicheisen) 1 Voltmeter 0...60 V, 1 Amperemeter 0...6 A

1 Widerstand 2 kΩ, 5 W

10 Stück Apparateklemmen

Schaltmaterial, Holz für Gehäuse, Aluminiumblech, 2 Tragegriffe, 2 Sicherungen, 3 Drehknebel für Schalter, 11 Schildchen, 3 Blenden für die Drehknebel

Eine interessante Oszillator-Schaltung

Es bereitet große Schwierigkeiten, einen Oszillator im Bereich von 100 kHz zu bauen, bei dem mit einem 500-pF-Drehkondensator eine Frequenzvariation von 1:3,2 bis 1:3,3 (= Kapazitätsvariation von 1:10 bis 1:11) erreicht wird. In den meisten Fällen beträgt die Frequenzvariation nur 1:2,6...2,8. Wenn außerdem ein Abgleich nötig ist, dann muß parallel zum Drehkondensator noch ein Trimmer geschaltet werden. Dessen Kapazität engt den Variationsbereich weiter ein. Die Eigenkapazität der Schwingkreisspule ist bei 50 kHz und C = 500 pF ebenfalls beträchtlich. Die Anfangskapazität des Schwingkreises ist daher kaum unter 60 pF zu halten; sie liegt meist zwischen 60 und 90 pF.

Die Formel für die Frequenz des Schwingkreises lautet:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L\,(C + C_a)}}$$

Man sieht also, daß ein großes C_a den Variationsbereich des Drehkondensators einengt. Muß der Schwingkreis umschaltbar sein, so sind noch Umschaltkontakte einzufügen, die die Anfangskapazität C_a weiter vergrößern. Jetzt verringert sich die Frequenzvariation auf ca. 1:2,7 bei 50...150 kHz.

Die nachfolgend beschriebene Schaltung jedoch gestattet bei einer Anfangsfrequenz von 50 kHz eine Frequenzvariation von 1:3,4 mit einem 500-pF-Drehkondensator zu erzielen. Außerdem ist dieser Oszillator durch Verändern der Schwingkreisspule bis zu 30 MHz hinauf gut zu verwenden und ermöglicht es, einen Meßsender von 50 kHz bis 30 MHz ohne Lücke zu bauen.

Das Prinzip der Oszillatorschaltung

Die Oszillatorschaltung in *Bild 1* ähnelt einem Multivibrator, jedoch mit dem Unterschied, daß an Stelle der ohmschen Außenwiderstände an den Anoden ein gemeinsamer Schwingkreis liegt. Die Rückkopplung erfolgt wie beim Multivibrator von der Anode der ersten auf das Gitter der zweiten Röhre. Im Anfang ist die eine Röhre geöffnet und die andere gesperrt, und der Kondensator C 1 beginnt sich aufzuladen. Im ersten Augenblick kann diese Ladung nicht abfließen, denn die Spule stellt einen sehr hohen Widerstand dar. Am Schwingkreis ergibt sich ein großer Spannungsabfall. Die Röhre Rö 1 liefert solange Strom, bis Gitterstrombegrenzung auftritt und der Kondensator voll aufgeladen ist. Dann beginnt die Entladung des Drehkondensators über die Spule L. Jetzt wird Rö 2 geöffnet; sie unterstützt den Entladevorgang und hebt die Energieverluste auf.

Bild 1. Gegentakt-Oszillator (Balance-Oszillator)

Rechts: Bild 2. Variation des Balance-Oszillators

Dieser Oszillator wird also mit der Frequenz des Anodenkreises schwingen:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L\,(C + C_a)} - \left(\frac{R}{L}\right)^2}$$

L = Induktivität der Spule
C = Kapazität des Drehkondensators
C_a = Parallelkapazität
R = ohmscher Widerstand der Spule
$R_c \ll R$ (R_c Verlustwiderstand der Kapazität)

Bei der Resonanzfrequenz ω_0 erreicht der Außenwiderstand des Oszillators das Maximum: $R_r = \frac{L}{R\,C}$. Es kann sich nur diese Schwingung ausbilden. Der Vorteil dieser Schaltung, die in der UKW-Technik als „Balance-Oszillator" bekannt ist, liegt darin, daß die Schwingungen sehr stabil und von Netzspannungsschwankungen bis zu ± 15 % fast unabhängig sind. Die Spannungsversorgung durch ein ungeregeltes Netzgerät ist also zulässig.

Bild 3. Vorgeschlagene Schaltung des Gegentakt-Oszillators, Werte für f = 50 kHz: L = 17 mH, C 1 = Drehkondensator (maximal 540 pF), C 2 = 200 pF, C 3 = 0,1 µF, C 4 = 10 pF, C 5 = max. 25 pF, R 1 = 1 MΩ, R 2 = 500 Ω, Rö 1, Rö 2 = ECC 81 oder ECC 85; 20 ≦ Ra ≦ 100 kΩ

Die praktische Ausführung der Oszillatorschaltung

Für den praktischen Aufbau ist es von Nachteil, daß beide Plattenpakete des Drehkondensators „heiß" sind. Durch eine Schaltungsänderung kann dieser Nachteil behoben werden. Hochfrequenzmäßig ist die neue Schaltung gemäß *Bild 2* der in Bild 1 gezeigten identisch. Der Schwingkreis liegt wiederum zwischen beiden Anoden, denn die Anode der Triode Rö 2 und ein Drehkondensator-Paket liegen an Masse. Die Kopplung beider Triodensysteme erfolgt über den gemeinsamen Katodenwiderstand R 2. Das Gitter der Röhre 1 liegt an Masse. Der Kondensator C 3 in Bild 2 muß induktionsarm sein.

Würde man diesen Oszillator für Frequenzen um 50 kHz bauen, so gelingt es auch nicht, mit einem 500-pF-Drehkondensator und den üblichen Parallelkapazitäten eine Frequenzvariation von 1:3,3 zu erreichen. Auch bei der Verwendung von kapazitätsarmen Kammerspulen macht diese Variation Schwierigkeiten. Trotzdem kann man mit einem kleinen Kunstgriff die Frequenzvariation im Bereich von 50 kHz bis zu 1:3,4 ausdehnen. Dazu schaltet man gemäß *Bild 3* in die Anode der Triode Rö 2 einen Widerstand Ra. Damit erreicht man:

a) eine Dämpfung des Schwingvorganges, die eine Entzerrung der Kurvenform ergibt;

b) eine Erweiterung der Frequenzvariation um den Faktor a = 1,3.

Der Faktor der Frequenzvariationserweiterung ist abhängig vom Widerstand Ra (a = f (Ra)). Die Anode der Triode Rö 2 liegt jetzt nicht mehr vollkommen an Masse. Die Folge davon ist, *daß der Widerstand in den Kreis transformiert wird.* Die Frequenzerhöhung ist umso größer, je kleiner die Parallelkapazität des Schwingkreises ist. Aus den Kurven in *Bild 4* ersieht man, wie sich die Frequenz des Oszillators in Abhängigkeit vom Widerstand Ra ändert.

Die Messung erfolgte mit einem 500-pF-Rundfunkdrehkondensator und einer 9-Kammerspule mit Abgleichkern (L = 17 mH) als Schwingkreis. Außerdem lagen im Schwingkreis die Umschaltkontakte a und b (Bild 3). Keine wesentliche Änderung der Frequenzvariation ergibt sich in einem Widerstandsbereich von : $0 \leqq Ra \leqq 20$ kΩ.

Die Frequenzdifferenz Δ f in der Kurve ist der Unterschied der Frequenz mit und ohne Ra d. h. $\Delta f = f_{Ra} - f_0$.

Wie man erkennen kann, läßt sich die Schaltung zur Frequenzmodulation heranziehen, indem man den Wert von Ra im Takt einer Modulationsspannung verändert. Die Amplitudenschwankungen können mit einem Röhrensystem beschnitten werden. Bei f = 100 kHz läßt sich eine Frequenzänderung von 10 kHz erreichen ($20 \leqq Ra \leqq 100$ kΩ). Die Erhöhung von Ra hat selbstverständlich eine Grenze (Ra > 100 kΩ). Bei einem zu großen Wert von Ra wird die Dämpfung zu stark, und die Schwingungen reißen ab. Das Abreißen der Schwingung hängt außerdem von der Dämpfung der Spule ab ($d = R\sqrt{\frac{L}{C}}$). Auf die theoretische Behandlung dieser Frage soll in diesem Aufsatz aber verzichtet werden, es soll lediglich dem Praktiker diese zweckmäßige Oszillatorschaltung in die Hand gegeben werden.

Bild 4. Frequenzänderung des Oszillators in Abhängigkeit von Ra

Mit der vorstehenden Schaltung sind natürlich die Anwendungsmöglichkeiten dieser Oszillatorschaltung noch lange nicht erschöpft. Ri

Aus der Welt des Funkamateurs

Notdienst-Funkanlage

Batteriebetriebene Sende-Empfangs-Anlage für Notdienste auf den Nahverkehrs-Amateurbändern 80, 10 und 2 m

Teil I. Die Schaltung des Empfängers

KW-Amateure haben wiederholt bewiesen, daß sie mit ihren Stationen bei Naturkatastrophen und Notständen zu wertvollen Funkstützpunkten werden können, die oft als einzige Stellen mit der Außenwelt Verbindung aufrechterhielten.

Voraussetzung dafür ist, daß ein KW-Amateur in solchen Fällen sofort „QRV" ist. Innerhalb der Ortsverbände der Amateur-Clubs sollte daher wenigstens eine Sende-Empfangs-Anlage für Notdienste zur Verfügung stehen, die vom Lichtnetz unabhängig arbeitet, den Ansprüchen moderner Funktechnik genügt und mit amateurmäßigen Mitteln erstellt und unterhalten werden kann. Ein bekannter Amateurgeräte-Konstrukteur übernahm deshalb die nicht leichte Aufgabe eine solche Anlage zu entwickeln. Empfänger und Sender sind getrennte Einheiten. Zunächst wird die Bauanleitung des Empfängers gebracht, die Beschreibung des Senders erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Bild 1. Blockschaltungen des Empfängers für 80 m, 10 m und 2 m; vgl. hierzu den Frequenzplan, Tabelle 2

Aufbau und Schaltung

Die Blockschaltung des Empfängers zeigt *Bild 1*. Er kann durch einfache Betätigung eines Stufenschalters (S_1 in *Bild 2*) ohne Wartezeit wahlweise auf die Amateurbänder 80, 10 oder 2 m eingestellt werden. Für den Antennenanschluß sind drei getrennte Eingänge vorgesehen.

Das Gerät besitzt insgesamt 15 Röhren der D-Reihe (1,4 V Heizspannung), die nur beim 2-m-Empfang sämtlich in Betrieb gesetzt werden müssen. Beim 10-m-Empfang arbeiten 11 Röhren, beim 80-m-Empfang nur 7 Röhren einschließlich der des Telegrafie-Überlagerers (Bfo). Wie die Blockschaltung Bild 1 veranschaulicht, werden die Empfangsteile des 80-m- und 10-m-Bandes außerdem als Zf-Kanäle ausgenutzt. Der Empfangsteil des 80-m-Bandes übernimmt beim 10-m-Empfang die Verstärkung der ersten Zwischenfrequenz; der Empfangsteil des 10-m-Bandes verstärkt die erste Zwischenfrequenz und der des 80-m-Bandes die zweite Zwischenfrequenz beim Empfang im 2-m-Band.

Da nur der 80-m-Empfangsteil variabel ist, stimmt man mit ihm auch die anderen Bänder ab. Dadurch ergeben sich auch bei den höherfrequenten Bändern genaue Einstell- und Eichmöglichkeiten, sowie hohe Stabilitäten. Außerdem sind die Spiegelfrequenz- und Zf-Sicherheiten sehr gut.

Die Abstimmkurve für den 80-m-Empfangsteil wird in Nr. 2 wiedergegeben. Um die gegenüber dem 80-m-Band breiteren Frequenzbereiche des 10-m- und 2-m-Amateurbandes zu erfassen, wurde der 10-m-Empfangsteil mit drei Festfrequenzstufen ausgestattet. Der variable Grundbereich hat, wie aus dem Frequenzplan *Tabelle 2* (Seite 26) zu ersehen, eine Breite von 0,8 MHz. Durch die drei Festfrequenzstufen können beim 10-m- und 2-m-Empfang 3 × 0,8 MHz, also bei etwas Überlappung der Bereiche rund 2,2 MHz beherrscht werden. Die jeweiligen Abstimmfrequenzen lassen sich unter Zuhilfenahme des Frequenzplanes leicht bestimmen.

Aus Stabilitätsgründen wurden die festabgestimmten Oszillatoren des 10-m- und 2-m-Teils zweistufig und mit niedrigen Frequenzen aufgebaut. Zahlreiche Berechnungen, Messungen und Versuche waren notwendig, Oszillatorfrequenzen zu finden, deren Grund- und Oberwellen bei gegenseitigen Überlagerungen nur solche Mischprodukte erzeugen, die außerhalb der Empfangsbereiche liegen oder deren Amplituden so schwach sind, daß Störungen unterhalb der Empfindlichkeitsgrenzen bleiben.

Durch die Mehrfachausnutzung der Hf-Verstärkerteile konnte der Empfänger trotz der so verschiedenartigen Frequenzeigenschaften mit verhältnismäßig geringem Röhren- und Materialaufwand aufgebaut werden. Die bausteinartige Zusammensetzung erlaubt es, das Gerät auch als 80-m-/10-m-Empfänger oder gar nur als 80-m-Empfänger herzustel-

Tabelle 1. Spulendaten

	Spule	Windungszahl	Anzapfung bei ... Windungen, vom kalten Ende gezählt	Mittlere Induktivität bei Spulen mit Eisenkern µH	Durchmess. des Spulenkörpers außen oder bei freitragenden Spulen innen mm	Drahtart	Drahtdurchmesser (ohne Isolation) mm	Wicklungslänge mm	Wickelanordnung
460 kHz	L 19	[1]	–	320	[1]	–		–	
	L 18	70	–	–		Cu L S	0,14	–	4. Kammer
80-m-Band	L 17	18	–	–	–	Cu L S	0,14	–	L 17
	L 16	27	–	4,2	5,4[2]	Cu L S	0,16	7	auf L 16[3]
	L 15	32	–	6,3	5,4[2]	Cu L S	0,16	8	
	L 14	10	–	–	–	Cu L S	0,14	–	L 14
	L 13	32	–	6,3	5,4[2]	Cu L S	0,16	8	neben L 13[4]
10-m-Band	L 12	20	1½ u. ¾	2,35	5,4[5]	Cu L S	0,16	5	
	L 11	14	–	1,15	5,4[5]	Cu L S	0,16	3,5	L 10
	L 10	7	–	–	–	Cu L S	0,14	–	auf L 11[3]
	L 9	16	1 u. ½	1,5	5,4[5]	Cu L S	0,16	4	
	L 8	6	–	–	–	Cu L S	0,14	–	L 8
	L 7	16	1 u. ½	1,5	5,4[5]	Cu L S	0,16	4	neben L 7[4]
2-m-Band	L 6	4½	1½	–	6,2[6]	Cu vers.	0,8	7,5	[7]
	L 5	5	(Spulenmitte)	–	8,7[6]	Cu vers.	1,5	15	[7]
	L 4	3½	1	–	6,2[6]	Cu vers.	0,8	7	[7] [8]
	L 3	3½	–	–	6,2[6]	Cu vers.	0,8	7,5	[7] [8]
	L 2	3½	–	–	6,2[6]	Cu vers.	0,8	7	[7]
	L 1	2½	–	–	8,5[6]	Cu isol.	0,8	5	[7]

[1]) Umgewickeltes *Görler*-Bandfilter AF 374 (460 kHz). Ersten Kreis ganz wegnehmen, vom zweiten Kreis 33 Windungen abwickeln und in die freigewordene dritte Kammer L 18 aufwickeln.

[2]) Auf Polystyrol-Spulenkörper (Eisenkern Sirufer 1 S, M 4 × 0,5 × 12) des unbewickelten *Görler*-Spulenaufbaus BFA 384, mit 4-Lötösen-Grundplatte und Abschirmhaube 13 × 20,4 × 50 mm

[3]) Siehe Bild 7a } folgen im nächsten Heft der FUNKSCHAU

[4]) Siehe Bild 7b }

[5]) Auf Polystyrol-Spulenkörper (Eisenkern wie[2])) des unbewickelten *Görler*-Spulenaufbaus BFA 385 mit 6-Lötösen-Grundplatte und Abschirmhaube wie bei [2])

[6]) Freitragend

[7]) Zuleitungslänge am heißen Spulenende etwa 15 mm

[8]) Abstand Spulenmitte von L 3 zu der von L 4: 15 mm

Tabelle 2. Frequenzplan des Empfängers (Werte in MHz)

Stufe oder Kanal	Kurzzeichen	Frequenz oder Frequenzbereich			Skala
80-m-Empfang	$f_{E\ 80}$	4,2 ...3,4			0°...180°
Oszillator (80 m)	$f_{O\ 80}$	4,66...3,86			0°...180°
		Schalterstufe I	Schalterstufe II	Schalterstufe III	
10-m-Empfang	$f_{E\ 10}$	27,9...28,7	28,6...29,4	29,3...30,1	je 0°...180°
Oszillator-Verdreifacherstufe	$f_{O\ 10}$	32,1	32,8	33,5	–
Oszillator (10 m)	$f_{O\ 10/3}$	10,7	10,93	11,17	–
2-m-Empfang	$f_{E\ 2}$	143,9...144,7	144,6...145,4	145,3...146,1	je 0°...180°
Oszillator-Verdopplerstufe	$f_{O\ 2}$	116			–
Oszillator (2 m)	$f_{O\ 2/2}$	58			

In Deutschland zugelassene Amateurbereiche u. a.: 3,5... 3,8 MHz (80-m-Band)
28,0... 29,7 MHz (10-m-Band)
144,0...146,0 MHz (2-m-Band)

Tabelle 3. Stromplan des Empfängers

Ströme gemessen bei U_h = 1,4 V, U_g = 4,7 V und U_b = 80 V; ohne Eingangssignal

Stufe	Röhre	I_a [mA]	I_{g2} [mA]	I_{g1} [µA]	I_h [mA]
Nf-Endstufe	DL 96	5,8	1,0	–	50
Nf-Vorröhre mit Demodulator	DAF 96	0,08		–	25
CW-Oszillator	DC 96_{II}	0,52	–	12	25
Zf-Stufe 460 kHz	DF 96_{V}	1,0	0,4	–	25
Mischstufe 80 m/460 kHz	DF 96_{IV}	1,0	0,4	2,5...5,5	25
Oszillator 80 m	DC 90_{III}	4,0	–	140...180	50
Hf-Vorstufe 80 m	DF 96_{III}	1,0	0,4	–	25
Gesamtstrom **80-m-Empfang**		15,6			225
Mischstufe 10 m/80 m	DF 96_{II}	1,0	0,38	2,0	25
Oszillator (10 m)	DC 90_{II}	2,45	–	81	50
Oszillator-Verdreifacherstufe 10 m	DC 96_{I}	2,7	–	39	25
Hf-Vorstufe 10 m	DF 96_{I}	1,0	0,38	–	25
Gesamtstrom **10-m-Empfang**		23,5		–	350
Mischstufe 2 m/10 m	DF 906_{II}	2,1	0,6	4,0	100
Oszillator (2 m)	DC 90_{I}	3,8	–	55	50
Oszillator-Verdopplerstufe 2 m	DF 906_{III}	1,9	0,55	22	100
Hf-Vorstufe 2 m	DF 906_{I}	2,4	0,7	–	100
Gesamtstrom **2-m-Empfang**		35,65		–	700

befestigte Kreisskala *(Mozar)* montiert wird. Die Oszillatorfrequenz liegt um die Zwischenfrequenz von 460 kHz höher als die Empfangsfrequenz und wird mit dieser additiv gemischt. An sich wäre die Verwendung eines Drehkondensators mit niedrigerer Endkapazität (z. B. 100 pF) hochfrequenztechnisch günstiger, bedauerlicherweise wird im deutschen Handel eine solche Ausführung noch nicht angeboten. Infolge der hohen Endkapazität müssen den Abstimmkreisen große Kapazitäten parallel geschaltet werden, um den gewünschten Bereich von 800 kHz Breite zu erhalten. Um den Gleichlauf zwischen Oszillator und Vorkreisen sicherzustellen, muß der Wert 13 nF des mit C_i bezeichneten Serienkondensators (mit Styroflexisolation!) ziemlich genau eingehalten werden.

Temperaturfehler bleiben beim Oszillator klein. wenn die in der Liste der keramischen Kondensatoren (*Tabelle* 5 im nächsten Heft) mit besonderem Temperaturkoeffizienten aufgeführten Kondensatortypen verwendet werden. Beim Mustergerät blieb der Frequenzgang drei Minuten nach dem Einschalten und bei konstanter Heiz- und Anodenspannung unter $5 \cdot 10^{-6}$. Der Frequenzgang in Abhängigkeit von Heiz- und Anodenspannungsschwankungen wird im zweiten Teil dieser Aufsatzreihe wiedergegeben. Ebenso folgen dort Aufbauhinweise für die Spulensätze. Über Typenbezeichnungen und Windungszahlen gibt die *Tabelle 1* auf Seite 23 Auskunft.

10-m-Teil

Vier weitere Röhren (zwei DF 96, je eine DC 90 und 96) werden beim 10-m-Empfang benötigt. Die Zuschaltung erfolgt über den Schalter S_1. Hf-seitig werden dabei lediglich die Antennenanschlüsse umgeschaltet. Die zweite Funktion des Schalters ist die Zuführung der Heizspannung zu den eben genannten Röhren. Ein weiterer Schalter gleichen Typs und gleicher Kontaktfolge ist der Festfrequenzumschalter S_2. Diese Stufenschalter *(Preh)* haben besonders kleine Abmessungen und bestehen aus hochwertigem Isolierstoff (Preolit C). Die Kontakte sind versilbert. Durch den Schalter S_2 werden die fest abgestimmten 10-m-Kreise stufenweise verändert. Da die Umschaltung am kalten Ende der Spulen erfolgt, können sich keine Rückkopplungen aufbauen. Beim Oszillator werden Trimmerkombinationen umgeschaltet, mit deren Hilfe die im Frequenzplan angegebenen Festfrequenzen eingestellt werden. Diese Trimmer bzw. Abgleichkondensatoren *(Valvo)* haben Luftdielektrikum und zeichnen sich daher durch hohe Stabilität aus.

Als weitere Stabilitätsmaßnahme schwingt der Oszillator nur auf dem dritten Teil der Überlagerungsfrequenz; sie wird erst durch eine Frequenzverdreifacherstufe auf den gewünschten Nennwert gebracht (siehe Frequenzplan, Tabelle 2). Durch diese Maßnahme ist der Frequenzgang $< 5 \cdot 10^{-5}$ auf die Empfangsfrequenz bezogen. Bemerkenswert ist auch die gute Spiegelfrequenzsicherheit, die besser als 40 dB ist.

Während im 80-m- und 10-m-Teil fast durchweg Röhren der heizstromsparenden D 96er - Reihe eingesetzt werden konnten, mußte für den 2-m-Teil aus Gründen der Empfindlichkeit, d. h. um eine diskutable kT_0-Zahl zu erhalten, auf die Spezialtypen DF 906 zurückgegriffen werden. Beim 2-m-Empfang erhöht sich infolgedessen der Heizstrom gegenüber dem 10-m-Empfangsbetrieb um das Doppelte, so daß eine Heizbatterie mit hoher Kapazität angeschlossen werden muß.

Helmut Schweitzer

Die weiteren Tabellen und Bilder erscheinen zusammen mit dem zweiten Teil des Artikels in Nr. 2 der FUNKSCHAU

Fernsehantennen-Prüfgerät Siemens SAM 317 W

Die Schaltung befindet sich auf der nächsten Seite. Sie dürfte für manchen unserer Leser von großem Interesse sein, weil sie genaue Einzelheiten über die Verwendung einer Oszillografenröhre als Fernseh-Bildröhre enthält.

In manchen Fällen ist ein gewisser meßtechnischer Aufwand bei der Montage von Fernsehantennen nötig, wenn man einen störungsfreien Fernsehempfang erzielen will. Störungen, wie z. B. unscharfe Bilder mit Geister- und Plastik-Erscheinungen, sind in der Regel auf ungünstige Anordnung der Empfangsantenne (Reflexionen der Welle zwischen Antenne und umgebenden Gebäudeteilen) oder auf Montagefehler in der Anlage zurückzuführen, ohne daß diese ohne weiteres erkennbar sind. Zur Feststellung der Ursache der Störung ist daher ein Meßgerät erforderlich, das eine Prüfung der Antennenspannung und gleichzeitig eine Betrachtung des Fernsehbildes gestattet. Von einem solchen Antennen-Prüfgerät muß ferner gefordert werden, daß es leicht, einfach zu transportieren, nicht zu teuer, robust und hinreichend empfindlich ist.

Das Siemens-Fernseh-Antennen-Prüfgerät SAM 317 W entspricht diesen Forderungen. Es dient zur Überprüfung von Antennenanlagen in den Fernsehbändern I (47 bis 68 MHz) und III (174 bis 223 MHz) und enthält einen in üblicher Weise aufgebauten Hf- und Zf-Teil sowie eine der 13-cm-Oszillografenröhre angepaßte Ablenkschaltung. Die Ton-Zf wird in einem Ratiodetektor demoduliert und in einer mit der Type ECL 80 bestückten Verstärkerstufe (XIII) verstärkt. Die Messung der Antennen-Eingangsspannung erfolgt durch Anodenstrommessung der geregelten Röhren. Die Anzeige bezieht sich auf die Höhe der Synchronimpulse; das Instrument ist unmittelbar in Spitzenspannungen geeicht. Zur genauen Abstimmung des Gerätes wird das Meßinstrument durch einen Umschalter an den Elektrolytkondensator des Ratiodetektors gelegt. Bei richtiger Einstellung liegt der Tonträger in der Ton-Zf-Falle, er liefert ein ausgeprägtes Spannungsminimum. Hierdurch ist Gewähr gegeben, daß der Bildträger vorschriftsmäßig auf der Mitte der Nyquistflanke liegt. Durch Betätigen des Kippschalters (S II) kann das Bild so weit vergrößert (auseinandergezogen) werden, daß es dem Ausschnitt aus einer 43-cm-Bildröhre entspricht. Auf diese Weise lassen sich Feinheiten des Bildes hinsichtlich Geister- und Plastikverzerrungen erkennen. Zur Unterdrückung von störendem Tageslicht befindet sich vor der Bildröhre ein zusammenklappbarer Blendschirm, der gleichzeitig als Transportschutz dient (s. a. Seite 29).

Seinem Verwendungszweck entsprechend und im Hinblick auf die Anpassung an den transportablen Betrieb ist eine kleine Bildröhre (Oszillografenröhre) von Typ DW 13–14 mit *statischer* Ablenkung eingebaut. In den Ablenkteilen fehlen demzufolge die Leistungsendstufen, wie wir sie vom Fernsehempfänger für Heimbetrieb her kennen, desgleichen entfällt der Zeilenausgangsübertrager als Hochspannungsquelle. Die Anodenspannung der Bildröhre (+ 2,3 kV) wird daher im Netzteil (XX) durch eine Vervielfacherschaltung mit zwölf Gleichrichtern vom Typ AEG ED 52/16 erzeugt. Hf-Eingang, vierstufiger Zf-Teil und Ton-Zf-Teil sowie die Bild-Niederfrequenzverstärkung weisen keine wesentlichen Besondenheiten auf; im Eingang fällt allerdings ein genau geeichter Abschwächer 100 : 1 auf. H. H. K.

Fernsehantennen-Prüfgerät Siemens SAM 317 W

Gleichspannungen im Bereich 300 bzw. 10 V mit Instrument $R_i \geq 5000\ \Omega/V$ gegen Masse gemessen

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Oszillograf zeigt die Lage von Draht-Unterbrechungen

Bei der Suche nach Drahtunterbrechungen, die nicht offen zu erkennen sind, weil der betreffende Draht mit einer Isolierschicht überzogen ist, hat sich folgendes Verfahren gut bewährt (*Bild 1*).

An einen Tonfrequenzgenerator mit symmetrischem Ausgang, den man noch zusätzlich über zwei Widerstände R symmetrieren kann, schließt man die beiden Drahtenden an, zwischen denen kein Durchgang besteht. Eine Klemme des Generators wird ferner mit der X-Ablenkung eines Katodenstrahl-Oszillografen verbunden. Fährt man jetzt mit der Spitze einer Prüfschnur, die an den Eingang des Y-Verstärkers angeschlossen ist, auf der Isolierschicht des zu untersuchenden Körpers entlang, so erscheinen auf dem Oszillografenschirm nacheinander die *Bilder 2a, b* und *c*. In Bild 2a ist die mit der Prüfspitze abgetastete Spannung gleichphasig zur Spannung an der X-Ablenkung, also am oberen Teil des Körpers. An der Bruchstelle herrscht die Spannung Null (Bild 2b) und am unteren Teil ist die Spannung gegenphasig (Bild 2c).

R
R
Prüfspitze
Bruchstelle

Bild 1. Blockschaltung der Prüfanordnung für Drahtunterbrechungen

a) b) c)

Bild 2. Schirmbilder bei der Prüfung; a = Prüfspitze oberhalb der Bruchstelle, b = auf der Bruchstelle, c = unterhalb der Bruchstelle

Es ist vorteilhaft, den Y-Verstärker zu übersteuern, weil dann die Amplitudenschwankungen durch ungleichmäßige kapazitive Ankopplung der Prüfspitze nicht stören und die Unterbrechungsstelle um so schärfer durch den Phasensprung zu erkennen ist. Die Frequenz darf einer guten kapazitiven Kopplung wegen nicht zu tief und eventueller Leitungsinduktivitäten wegen nicht zu hoch gewählt werden. Ein Wert von ca. 1 kHz dürfte für die meisten Zwecke passend sein.

Auf diese Weise lassen sich z. B. Unterbrechungen in glasierten oder zementierten Drahtwiderständen aufspüren. Will man die Bruchstelle einer Ader eines mehradrigen Kabels ermitteln, so werden die anderen Adern geerdet.

R. Leisterer

Umschalter für Prüflautsprecher

Für die schnelle Überprüfung von hoch- und niederohmigen Lautsprecher-Anschlüssen an Rundfunkempfängern eignet sich die im *Bild* dargestellte Prüfschaltung mit einem zweipoligen Kipphebel-Umschalter und einem Ausgangstransformator für 4 W mit primär 5000 und sekundär 5 Ω Anpassungswiderstand.

Umschaltbarer Prüflautsprecher

Krokodil-Klemmen
A
B
P 5000Ω
S 5Ω

Liegt der Schalter in Stellung A, dann wird die Primärseite des Ausgangstransformators an die Prüfleitungen angeschlossen und die Sprechspule ist an die Sekundärseite angeschaltet. Diese Stellung dient also zum Prüfen von hochohmigen Lautsprecheranschlüssen.

In Stellung B wird die niederohmige Sprechspule unmittelbar zu den Prüfleitungen durchgeschaltet und man kann damit niederohmige Lautsprecher-Anschlüsse kontrollieren.

Hans von Thünen

Umschaltbares Meßgerät für den FM-Abgleich

Um das lästige Umklemmen oder gar die Benutzung von zwei Instrumenten zu vermeiden, wurde für das Abgleichen von FM-Empfängern ein umschaltbares Meßgerät gebaut, dessen im *Bild* dargestellte Schaltung darüber hinaus noch die Verwendung als hochohmiges Voltmeter ermöglicht.

Verwendet wurde ein Drehspul-Instrument mit 100 mm Durchmesser, Nullpunkt in der Mitte, Skalenteilung 0...10 und 125 μA Vollausschlag nach beiden Seiten. Die Umschaltung erfolgt durch einen Umschalter mit 3×3 Kontakten. Die Verbindung mit dem zu prüfenden Empfänger wird durch drei Prüfschnüre hergestellt, die die drei Buchsen am Meßgerät mit den entsprechenden Meßpunkten des FM-Demodulators (Ratiodetektors) verbinden. Durch einfaches Umschalten kann man jetzt wahlweise einmal die Zf-Filter (Schalterstellung 2) oder den Nulldurchgang (Schalterstellung 3) kontrollieren bzw. eintrimmen.

Ansicht des Fernsehantennen-Prüfgerätes SAM 317 W, dessen Schaltung auf der nebenstehenden Seite wiedergegeben wurde (Siemens)

Die Größe der Widerstände für die Verwendung als Voltmeter ist abhängig von den Daten des verwendeten Instrumentes. Im vorliegenden Fall wurde als Vorwiderstand ein Wert von 80 kΩ gewählt und damit ein Spannungsmeßbereich von 10 V zwischen den Anschlußbuchsen 1 und 2 in Schalterstellung 2 erzielt.

Ein 100-V-Meßbereich ergab sich mit einem Vorwiderstand von 800 kΩ (700 kΩ + 2 × 50 kΩ) in Schalterstellung 1 zwischen den Anschlußbuchsen 2 und 3.

Von Vorteil dürfte noch sein, daß die Polarität der zu messenden (Gleich-) Spannung keine Rolle spielt, da das Instrument nach beiden Seiten die gleiche Skalenteilung besitzt. – Erwähnt sei noch, daß die Genauigkeit der Vorwiderstände, wie bei allen Meßanordnungen, mitbestimmend für Meßgenauigkeit ist.

2x125μA
10-0-10
50kΩ
700kΩ
80kΩ
50kΩ
100V
10V
3 Nf
2
1 Ratiodetektor

Die Schaltung des Spezial - Instrumentes zum Abgleichen von FM-Empfängern

Heinz Stichel

Mikrofonwiedergabe setzt aus

In einem großen Reiseomnibus war eine Empfangsanlage bestehend aus Empfänger, Verstärker und Stromversorgungsteil in einem dicht schließenden Holzkasten neben dem Fahrersitz so eingebaut, daß oben der Empfänger, in der Mitte der Verstärker und unten der Zerhackerteil ihren Platz fanden.

Der Empfänger war mit dem Verstärker dicht zusammen verstrebt. Im oberen Teil des Verstärkers befand sich ein Relais, das durch eine am Mikrofon angebrachte Handtaste eine sofortige Umschaltung von Rundfunkempfang auf Mikrofonwiedergabe erlaubte.

Der Fehler war folgender: Nach etwa zweistündiger, dauernder Rundfunk- bzw. Mikrofonwiedergabe war es nicht mehr möglich, länger als etwa 10 Sekunden durch das Mikrofon zu sprechen. Die Worte erstarben schlagartig, und man mußte, um weitersprechen zu können, die Mikrofon-Handtaste loslassen und kurze Zeit Rundfunk hören, ehe man wieder die Taste drücken und für ein paar Sekunden sprechen konnte.

Mitarbeiter sind immer erwünscht

Auch Sie werden bei Ihrer täglichen Facharbeit wertvolle Erfahrungen sammeln, kleine Kniffe entdecken, praktische Anordnungen finden, die andere FUNKSCHAU-Leser interessieren. Behalten Sie all dies nicht für sich, sondern teilen Sie uns alle Ihre kleinen und großen Erfahrungen aus Werkstatt und Labor mit, damit wir sie veröffentlichen können. Die Leser freuen sich darauf, von Ihnen zu lernen, und Sie erhalten ein angemessenes Honorar oder – bei kleinen praktischen Winken – ein interessantes Buch unseres Verlages.

Einsendungen sind an die *Redaktion der FUNKSCHAU, München 2, Luisenstraße 17,* zu richten.

Nach Ausbau der Anlage und Betrieb derselben in der Werkstatt trat der Fehler nicht mehr auf. Es wurde eine Beeinflussung der Wärme in dem dichten Holzkasten auf das Relais vermutet und festgestellt, daß das Relais bei Erwärmung durch eine Heißluftdusche wohl einwandfrei kippte, aber die federnden Kontakte sich in der Wärme nach wenigen Sekunden bogen wie Bimetallstreifen in einem Heizkissenregler. Dadurch wurde die Nf-Versorgung des Verstärkers durch das Mikrofon unterbrochen und die Anlage schwieg, solange die Handtaste gedrückt war. Die anderen Kontakte des Relais, die bei nicht gedrückter Handtaste den Empfänger auf den Verstärker schalteten, waren von dem Bimetall-Effekt nicht betroffen, während sich die ersten Kontaktfedern bei Rundfunkempfang wieder langsam zurückbogen.

Die Kontakte wurden sorgfältig justiert, die Anlage wieder eingebaut und der Kasten vom Omnibusbesitzer mit Entlüftungslöchern versehen. Seit dieser Zeit trat der Fehler nicht mehr auf.

Peter-Christian Tepfer

Beseitigung von Feinschlüssen

In Rundfunkgeräten können Feinschlüsse über Reste von Flußmitteln oft Fehlerquellen bilden. Um dabei nicht immer das vielleicht teure und umständlich zu montierende Einzelteil ersetzen zu müssen, wurde schon öfter mit Erfolg das nachstehend beschriebene Verfahren angewendet:

Ein auf ca. 400 V Gleichspannung aufgeladener 50-µF-Kondensator wird über die Feinschlußbrücke entladen. Dabei verdampft das Flußmittel und etwa zurückbleibende verkohlte Reste lassen sich mit dem Schraubenzieher leicht entfernen.

Peter K. A. Braun

Fernseh-Service

Synchronisierung setzt sprunghaft aus und ein

Ein Fernsehempfänger zeigte folgenden Fehler: Das Bild ließ sich überhaupt nicht mehr synchronisieren, es fielen die Bild- und die Zeilensynchronisation aus. Am linken Rande des Bildes zeigten sich zeitweise zwei bis drei senkrechte schwarze Balken. Plötzlich war dann für einige Sekunden das Bild wieder in Ordnung.

Zuerst wurde nun das ganze Amplitudensieb durchkontrolliert. Die Einzelteile wurden gemessen und in Ordnung befunden. Der Horizontal- und der Vertikal-Sperrschwinger waren auch einwandfrei.

Bei zufälliger, ganz zurückgedrehter Lautstärke des Tones war jedoch ein ganz feines Zirpen zu hören. Jetzt wurde der Zeilentransformator untersucht, und nun wurde festgestellt, daß der Zuführungsdraht der Hochspannungsgleichrichterröhre EY 86 an der Anodenkappe schlecht verlötet war und eine kleine Funkenstrecke bildete. Diese Hochspannungsfunkenstrecke brachte die ganze Synchronisation außer Tritt. Nach Ersatz der EY 86 arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

Rundfunkmech.-Meister Eugen Pfaff

Bild fällt aus, Raster und Helligkeit bleiben bestehen

Bei einem Fernsehempfänger wurde beanstandet, daß nach einer Zeit von etwa 15 bis 20 Minuten plötzlich das Bild (Kontrast) verschwand. Wurde das Gerät ausgeschaltet und sofort wieder eingeschaltet, so war für ein bis zwei Sekunden das Bild – wenn auch schlecht – vorhanden, um daraufhin sofort wieder zu verschwinden. Nach dem Ausfall des Kontrastes blieben das Raster wie auch die Helligkeit weiterhin völlig normal.

Im schadhaften Zustand des Gerätes konnte am Video-Gleichrichter mit einem Oszillografen kein Signal aufgenommen werden, so daß der Fehler in jedem Fall in den davorliegenden Stufen gesucht werden mußte. Wurde über einen Hf-Tastkopf der Oszillograf am Gitter g_1 der ersten Bild-Zf-Stufe angeschlossen, so war hier immerhin ein Signal zu beobachten, das aber trotzdem zu gering war. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, daß dieser Fehler durch eine falsche Regelspannung auftreten kann. Die daraufhin durchgeführten Messungen in der Regelspannungsversorgung ergaben dann auch einen viel zu hohen Wert von –5 V an den Gittern der geregelten Zf-Röhren. Bekanntlich kann aber auch dann eine Regelspannung entstehen, wenn eine Störfrequenz mit genügender Energie vorhanden ist und an der Regelspannungsdiode (!) gleichgerichtet wird.

Dieser Fall kann sich bei einem Fernsehempfänger auch dann zeigen, wenn z. B. eine Röhre mit der Bild-Zwischenfrequenz schwingt. Die auf Grund dieser Überlegung angestellte Fehlersuche ergab, daß die 4. Zf-Stufe (EF 80) nach etwa 15 Minuten, also nach richtiger betriebsmäßiger Erwärmung, eine Schwingneigung zeigte.

Der Ersatz dieser Röhre brachte den Fehler augenblicklich zum Verschwinden. Dazu muß bemerkt werden, daß es genügte, diese schwingfreudige Röhre gegen eine andere Röhre gleichen Typs innerhalb des Gerätes auszuwechseln. (Aus der Fernseh-Werkstatt Wilhelm Oberdieck.)

Rundfunkmechanikermeister Georg-Dieter Homeier

Ist der „Radio- und Fernsehtechniker" ein Angestellter?

Einige Briefe unserer Leser veranlaßten uns zu einer Untersuchung über die Frage, ob ein Angehöriger des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks zu den Angestellten gehört oder weiterhin invalidenversicherungspflichtig und damit arbeits- und versicherungsrechtlich Arbeiter ist.

Zweifellos war letzteres beim „Rundfunkmechaniker" der Fall, und es war dabei gleichgültig, ob der Betreffende nach Stunden bezahlt wurde, wöchentlich oder monatlich sein Entgelt erhielt. Nunmehr heißt aber der Rundfunkmechaniker „*Radio- und Fernsehtechniker*", obwohl sich in der Regel an seiner Beschäftigung nichts geändert hat. Diese letztgenannte Feststellung ist entscheidend, wie wir sehen werden.

In einem uns zur Kenntnis gebrachten Falle war ein Deutscher als „Technician" bei einer amerikanischen Dienststelle auf einem Flugplatz tätig gewesen. Er wurde entlassen und ging zum Arbeitsamt. Hier stufte man ihn zu seiner Überraschung als Handwerker ein, und das Bundesversicherungsamt entschied hinsichtlich Sozialversicherung und Krankenkasse, daß er invalidenversicherungspflichtig *bleibt*. Er sei kein Angestellter und damit nicht angestelltenversicherungspflichtig; vielmehr hätten sich seine „Tätigkeitsmerkmale" nicht geändert, und es sei unerheblich, ob er sich „Mechaniker" oder „Techniker" nenne. Der Beruf eines „Technikers" ist sprachlich und gesetzlich nicht geschützt und weist nicht die Voraussetzung eines Studiums auf.

Die Behörden meinen, daß erst nach Einnahme einer verantwortlichen und leitenden Stellung die Voraussetzung für das Angestelltenverhältnis gegeben ist, die Ablegung der Meisterprüfung ist dafür wohl Voraussetzung.

Man darf zusammenfassen:

1. In der Tätigkeit besteht zwischen dem Rundfunkmechaniker und dem Radio- und Fernsehtechniker nach behördlicher Ansicht kein grundsätzlicher Unterschied; die erste ist die alte, die zweite die neue Bezeichnung des gleichen Berufs.

2. Auf Grund dieser nicht geänderten „Tätigkeitsmerkmale" bleibt der Radio- und Fernsehtechniker ein Handwerker und ist demzufolge invalidenversicherungspflichtig.

3. Die Art der Lohnzahlung (täglich, wöchentlich, monatlich) ist in diesem Zusammenhang unerheblich.

Übrigens sind noch keine Bestimmungen erlassen worden, denen zufolge sich der bisherige Rundfunkmechanikermeister ohne weiteres „Meister des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks" nennen darf. In einem Gutachten des Deutschen Handwerkkammertages wird ausgeführt, daß ein einfaches Umschreiben unmöglich ist, denn die Prüfungen können keinesfalls inhaltlich gleichgesetzt werden. Die Frage ist gegenwärtig innerhalb der Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik des Bundesinnungsverbandes des Elektro-Handwerks und seiner Landesfachgruppen in der Diskussion.

FUNKSCHAU-*Leserdienst*

Der Leserdienst steht unseren Abonnenten für technische Auskünfte zur Verfügung. Juristische und kaufmännische Ratschläge können nicht erteilt, Schaltungsentwürfe und Berechnungen nicht ausgeführt werden.

Wir bitten, für jede Frage ein eigenes Blatt zu verwenden und Vertriebs- und andere Angelegenheiten nicht in dem gleichen Schreiben zu behandeln. Doppeltes Rückporto ist beizufügen.

Anschrift für den Leserdienst: München 2, Luisenstraße 17.

Kritische Phasenumkehrschaltung?

Frage: Ich beabsichtige, den Hi-Fi-Verstärker aus FUNKSCHAU 1955, Nr. 3, Seite 51, nachzubauen, bei dem die Gittervorspannung des ersten Systems der Doppeltriode ECC 83 aus der Differenz zwischen Anodenspannung der Vorröhre EF 40 und der hochgelegten gemeinsamen Katodenspannung der Phasenumkehrröhre gebildet wird. Ich habe bei dieser Schaltung Bedenken wegen ihrer Stabilität und fürchte, das beim Altern der EF 40 und Absinken ihres Anodenstromes der Spannungsunterschied von rund 1 Volt zwischen Katode der ECC 83 und Anode der Vorröhre nicht mehr garantiert ist. Ist diese Befürchtung berechtigt? *R. H. in Pforzheim*

Antwort: Die geäußerten Bedenken sind unbegründet, aber verständlich. Erst nach eigenen Versuchen unter verschärften Bedingungen erkennt man, daß man sich auf diese Schaltung verlassen kann. Es stellt sich nämlich heraus, daß sich die Anordnung in sehr weiten Grenzen beim Abweichen von den Sollwerten „mitzieht". Die negative Vorspannung bleibt also erhalten. Wenn die Emissionsfähigkeit der EF 40 nachläßt und demzufolge die Spannung an der Anode steigt, geht auch der in direkter Kopplung zur ECC 83 kommende positive Gittervorspannungs-Teil in die Höhe, und der Anodenstrom in der ECC 83 will anwachsen. Dem widersetzt sich bis zu einem gewissen Grad die automatische Gittervorspannung, die infolge steigenden Katodenstromes gleichfalls ansteigt.

Bei dieser Gelegenheit ist ein Hinweis angebracht: Bei nicht ganz erstklassigen Ausgangsübertragern oder bei zu starker Gegenkopplung kann die letztere in Rückkopplung umschlagen, die sich meist unhörbar im Ultraschallgebiet abspielt. Das Schwingen läßt sich am Verstärkerausgang mit einem Röhrenvoltmeter nachweisen. Wenn ein solches nicht zur Verfügung steht, empfiehlt sich eine Kontrolle der Anodenspannungen der beiden Triodensysteme. Falls eines von ihnen schwingt, geht die Spannung an der betreffenden Anode in die Höhe. Für diese Kontrollmessung genügt ein normales Vielfachinstrument.

Die Rundfunk- und Fernsehwirtschaft des Monats

Die vorhergesagte Knappheit der Fernsehempfänger erschwerte das Geschäft Anfang Dezember beträchtlich. Zuerst waren einige besonders gefragte Modelle und Fabrikate nicht mehr ausreichend lieferbar; dieser Zustand begann bereits im November. Im Dezember war zu beobachten, daß sich die Publikumsnachfrage in einem alle Vordispositionen umwerfenden Umfange auf das 53-cm-Gerät verlagerte. Überall hörte man Klagen über unzureichende Belieferung mit Geräten dieser Art. Zum Schluß fragten Handel und Käufer überhaupt nicht mehr nach Fabrikat oder Type – die Hauptsache war die Lieferung eines Empfängers mit 53-cm-Bildschirm. – Unter diesen Umständen dürfte die weitere Ausweitung der Produktionskapazität für Fernsehempfänger berechtigt sein; wir weisen in dieser Hinsicht auf unseren Bericht von der Einweihung des Graetz-Fernsehwerkes in Bochum (FUNKSCHAU 1956, Heft 24, Seite 1022) und auf die bevorstehende Inbetriebnahme eines ähnlich großen Komplexes in Bremen durch Nordmende hin; beide Fabrikate gehören in diesem Herbst und Winter zu den gefragtesten.

Für das neue Jahr wurde bereits anläßlich der Stuttgarter Fernsehschau im September eine Produktion von 700 000 Fernsehempfängern angekündigt. Nach den Erfahrungen der letzten Monate werden sie ihre Käufer finden, allerdings muß die Industrie zum Auffangen des Nachfragestoßes im November/Dezember bereits in den stillen Monaten vorfabrizieren. Nicht alle Firmen werden dazu in der Lage sein; Kapital und Lagerraum sind nicht überall genügend vorhanden.

Über eine gewisse Schwäche des Rundfunkgerätegeschäftes berichteten wir bereits in Heft 23 an dieser Stelle. Sie setzte sich – regional und fabrikatemäßig außerordentlich verschieden – im Dezember fort. Betroffen waren u. a. die Kleinsuper um 200 DM, deren stückzahlmäßiger Umsatz insgesamt gut war; jedoch versuchten zuviele Firmen mit zu vielen Modellen daran teilzuhaben, so daß größere Mengen dieser Gerätetypen unverkauft blieben. Bei kluger Produktionsbeschränkung im Januar und Februar sollte es aber möglich sein, Marktstörungen zu vermeiden; immerhin sind die Lagerbestände in Industrie und Handel – vorzugsweise im Großhandel – nicht unbeträchtlich.

Erstmalig waren auch Schallplatten knapp! Die alle Voraussagen sprengende Nachfrage im November und Dezember zwang zu Lieferfristen. Das ist für die Schallplattenindustrie ungewöhnlich, fast ein Novum. Mancher Käufer mußte auf seinen Lieblingsschlager ein wenig warten, denn wie immer waren besonders gängige Titel zuerst ausverkauft. Als wir im Dezember einen der größten Schallplattengroßhändler Deutschlands besuchten, erfuhren wir, daß nur zwei Drittel der täglichen Bestellungen sofort ab Lager ausgeführt werden konnten.

Fassen wir zusammen: das vergangene Jahr, im ganzen gesehen, war ein hervorragender Verkaufsabschnitt; alle Welt ist trotz der etwas schwächeren Umsätze in Rundfunkempfängern – sie wurden durch die große Nachfrage nach Musiktruhen wertmäßig zumindest ausgeglichen – sehr zufrieden und blickt hoffnungsfreudig dem nunmehr anlaufenden Jahr 1957 entgegen. Es wird uns eine weitere Steigerung bei Fernsehempfängern, wahrscheinlich gleichbleibende Umsätze in Musiktruhen und nochmals steigende Verkäufe von Schallplatten und Tonmöbeln bringen, während das Tisch-Rundfunkgerät weiter an Bedeutung einbüßen dürfte. Marktkenner hatten diesen „Einbruch" bereits 1955 erwartet. Die Industrie wird die Konsequenzen ziehen müssen, dies auch bei Reise- und Autosuperhets, die, insgesamt betrachtet, nur knapp die Hoffnungen erfüllten.

In der Frage der Absatzbindung innerhalb der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft, die u. a. die vom Einzelhandel mit allen Mitteln bekämpften Direktverkäufe von Rundfunk- und Fernsehempfängern verhindern soll, ist eine Vorentscheidung von großer Bedeutung gefallen. Die Wirtschaftsminister der Bundesländer sprachen sich Ende November auf einer Sitzung in Bonn *gegen* den Antrag der Rundfunkwirtschaft auf Genehmigung einer kartellähnlichen Vereinbarung zur Unterbindung der Direktverkäufe aus! Es ist nicht anzunehmen, daß der Bundeswirtschaftsminister nach diesem Beschluß der Länderminister von sich aus dem Antrag entsprechen wird. Vielleicht ist die Haltung der Minister durch einen scharfen Einspruch der Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände beeinflußt worden. In dieser hieß es, daß die Genehmigung des Antrages der Rundfunkwirtschaft eine Präjudiz (Vorentscheidung) wäre, die eine Flut von Anträgen aus anderen Branchen nach sich ziehen würde. Es hieß u. a., daß der „übersetzte Fachhandel gegebenenfalls einen ungerechtfertigten Konkurrenzschutz" erhalten würde . . .!

Von hier und dort

Im Oktober baute die Industrie im Bundesgebiet und West-Berlin 62 708 *Fernsehempfänger* (Oktober 1955: 36 150) im Werte von 34,7 Millionen DM (Oktober 1955: 17,9 Millionen DM). Damit erreichte der Produktionswert des Fernsehgerätesektors bereits 60 % vom Produktionswert der Rundfunkgeräte. Zieht man bei diesen den fast 40prozentigen Exportanteil ab, so sind im Oktober 1956 für das Inland *wertmäßig* mehr Fernsehgeräte als Rundfunkempfänger hergestellt worden!

In den ersten 10 Monaten des Jahres 1956 setzte der *Großhandel mit Rundfunk-, Fernseh- und Phonoartikeln* 29 % mehr als im gleichen Zeitraum 1955 um.

Rundfunk- und Fernsehempfänger standen im Jahre 1956 wertmäßig mit 6 % vom gesamten bundesdeutschen Teilzahlungsumsatz an sechster Stelle. Die Liste wird von Kraftwagen aller Art einschließlich Zugmaschinen und LKW mit insgesamt 40 v. H. Anteil am Tz-Umsatz angeführt. Es folgen Bekleidung und Textilien mit 17 %, Möbel mit 14 % sowie hauswirtschaftliche Maschinen und Geräte, darunter Kühlschränke, mit 11 %.

Seit einiger Zeit *können sich Bewohner der DDR in den staatlichen HO-Läden Reisesuper, Tonbandgeräte und Plattenspieler leihen.* Die Leihgebühren betragen pro Tag für das Tonbandgerät BG 19 mit zwei Bändern 5 DM-Ost, für Plattenspieler 2 DM-Ost und für Koffersuper ohne Batterien 2,50 DM-Ost; bei einer Leihzeit von mehr als sieben Tagen wird eine Ermäßigung von 20 % gewährt.

Persönliches

Hans Hendrik Neumann Geschäftsführer der Valvo GmbH

Am 1. Januar übernahm Hans Hendrik Neumann den verantwortungsreichen Posten des Geschäftsführers der Valvo GmbH in Hamburg, der seit dem plötzlichen Tode von Direktor Franz Hellwege am 8. 12. 1955 unbesetzt war (vgl. FUNKSCHAU 1956, Heft 1, Seite 40). Direktor Neumann steht in seinem 47. Lebensjahr; er trat in die Firma Philips im Jahre 1949 ein und war zuerst stellvertretender Leiter des Filialbüros Hamburg, bis er 1951 Direktor des Filialbüros Hannover wurde, das er mit außerordentlichem Erfolg leitete.

H. H. Neumann

*

In der Nacht zum 4. Dezember verstarb in Hamburg überraschend **Erich Vehlow** von der Hauptverwaltung der Deutschen Philips - Gesellschaft. Er wird vielen unserer Lesern, soweit sie im Fachhandel beschäftigt sind, durch seine Tätigkeit im Röhrenverkauf bekannt sein. Die Berliner kennen ihn aus seiner Eigenschaft als Leiter des Berliner Filialbüros, dem er mehrere Jahre nach dem Kriege vorstand. Am 10. Januar 1955 konnte der im 55. Lebensjahr Verstorbene das 25jährige Jubiläum der Zugehörigkeit zum Hause Philips begehen.

Die Philosophische Fakultät der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz verlieh **Herbert Quandt,** Vorstandsvorsitzendem der Accumulatoren-Fabrik AG (AFA), die Würde eines Dr. phil. e. h.

Am 9. Dezember starb überraschend **Dr.-Ing. Wilhelm Seiler,** Leiter der Vertriebsabteilung Technische Magnetophone der Telefunken GmbH, Werk Wedel/Holstein, im Alter von 55 Jahren. Der Verstorbene gehörte der Firma über 22 Jahre an und erfreute sich dank seiner menschlichen Vorzüge und fachlichen Kenntnisse allgemeiner Wertschätzung.

Am 2. Januar feierte **Arnold von Brackel** seinen 65. Geburtstag. Der vitale, energiegeladene Vertriebsleiter der Telefunken-Ela-Abteilung in Hannover ist bereits seit dem 20. 1. 1928 bei der Firma.

Der Franzis-Verlag teilt mit

Heute können wir unseren Lesern die erfreuliche Mitteilung machen, daß allen denen, die das Ganzleinen-Taschenbuch **Bastelpraxis** vor Wochen oder Monaten vorsorglich bestellten, dieses Buch in den Tagen vor Weihnachten noch von seiner Buch- oder Fachhandlung geliefert oder vom Verlag zugesandt werden konnte. So ist dieses ganz besonders nett geratene Buch für viele ein schönes Weihnachtsgeschenk geworden. Die Auslieferung mußte in der Reihenfolge des Bestelleingangs vorgenommen werden; wer die *Bastelpraxis* trotz erfolgter Bestellung noch nicht erhalten hat, sei daran erinnert, daß seine Bestellung dann nicht unter den ersten Tausend gewesen sein kann. Sicher wird er das Buch aber bald bekommen.

Allen denen, die die *Bastelpraxis* noch nicht bestellten, möchten wir sehr empfehlen, dies bald nachzuholen. Dies ist ein ausgesprochenes „Wunschbuch"; immer wieder wurden wir gebeten, ein modernes Radio-Bastelbuch herauszubringen, um der an der Radiotechnik interessierten Jugend ein praktisches Einführungs- und Baubuch in die Hand zu geben. Als wir diesen Plan mit dem für ein solches Werk wohl geeignetsten Autor, Werner W. Diefenbach, diskutierten, haben wir uns im Sinne einer schnellen Publikation entschlossen, das Buch in drei Teile zu unterteilen und diese zunächst als Einzelnummern der „Radio-Praktiker-Bücherei" erscheinen zu lassen. Zusammen mit dem 3. Teil, der wegen der vielen aufzunehmenden Bauanleitungen jedoch eine Doppelnummer wurde, konnten wir nun auch die Ganzleinen-Taschenausgabe herausbringen. Damit liegt ein aus den großen praktischen Erfahrungen, die der Autor im Radio-Selbstbau besitzt, heraus geschaffenes ganz modernes Radio-Bastelbuch vor, das für jeden Lehrling und Schüler, für jeden, der mit des Kopfes und der Hände Arbeit in die Radiotechnik eindringen will, eine lohnende Lektüre ist.

Es folgen nun die näheren Angaben: **Bastelpraxis.** Taschen-Lehrbuch des Radio-Selbstbaues. Von *Werner W. Diefenbach.* Einführung in die Selbstbautechnik von Rundfunkempfängern mit vielen praktischen Beispielen und Bauanleitungen für Detektor-, Geradeaus- und Superhetempfänger sowie Verstärker, KW-Geräte und Zusatzeinrichtungen. 260 Seiten mit 266 Bildern. In Ganzleinen-Taschenband **Preis 6.80 DM.**

Die *Bastelpraxis* ist auch kartoniert in drei Teilbänden der RPB. erhältlich.

Teil I	64 Seiten mit 50 Bildern.	RPB Nr. 71	Preis 1.40 DM
Teil II	64 Seiten mit 78 Bildern.	RPB Nr. 76	Preis 1.40 DM
Teil III	136 Seiten mit 138 Bildern.	RPB Nr. 79/79a	Preis 2.80 DM

Die Ganzleinen-Ausgabe und die drei Teile der kartonierten Ausgabe sind sämtlich prompt lieferbar.

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 2 · LUISENSTRASSE 17

Postscheckkonto München 57 58

Alle Röhren mit 6 Monaten Garantie

DURCH ZOLLSENKUNG WEITERE PREISERMÄSSIGUNGEN

Seit 10 Jahren viele zufriedene Kunden

ELEKTRONEN-RÖHREN-VERTRIEB · IMPORT · EXPORT

EUGEN QUECK
INGENIEURBÜRO
NÜRNBERG · HALLERSTRASSE 5
TELEFON 31383

Bitte fordern Sie Preisliste an!

UKW-Bandfilter 10,7 MHz (70 × 35 mm ⌀) 1.40
UKW-Diskriminator 10,7 MHz (70 × 35 mm ⌀) 1.40
Kombi-Bandfilter 10,7 MHz u. 473 kHz (25 × 40 × 53 mm) 1.90
Kombi-Ratio-Filter 10,7 MHz und 473 kHz (35 × 40 × 53mm) 1.90

Drehko mit UKW-Teil 2 × 500 pF / 2 × 17 pF (eingebauter Zahntrieb mit einem Übersetzungsverhältnis 3:1) 2.40

UKW-Drehko (eingebauter Zahntrieb m. einem Übersetzungsverhältnis 3:1) 2 × 12 pF 2.90

Germanium-Diode RL 132 . . . . . . 1.10

Germanium-Diode RL 232 b 1.10

Elkos:
8 µF 350 / 385 V (roll) . . . . —.45
16 µF 350 / 385 V (Alubech., Schraubverschl.) —.80
100 µF 350 / 385 V „ „ 1.90
50 + 50 µF 350 / 385 V „ „ 2.40
100 + 100 µF 350 / 385 V „ Schränkkl.) 2.60
15 + 15 µF 450 / 500 V „ Schraubverschl.) 1.90
25 + 25 µF 450 / 500 V „ „ 2.10

Kleinst-Elkos:
4 µF 50 / 60 V (21 × 7 mm ⌀) . . . . —.45
5 µF 30 / 35 V (21 × 7 mm ⌀) . . . . —.40
25 µF 12 / 15 V (21 × 7 mm ⌀) . . . . —.45
32 µF 2 / 3 V (21 × 7 mm ⌀) . . . . —.45
50 µF 12 / 15 V (32 × 9 mm ⌀) . . . . —.45

Flachgleichrichter (SIEMENS)
E 250 C 80 . . . 2.90 | E 300 C 80 . . . 3.10
E 275 C 80 . . . 3.10 | E 220 C 350 . . . 7.90

Stabgleichrichter (SIEMENS)
E 1500 C 0,5 (1500 V / 0,5 mA) 2.40
Netzdrossel 60 mA 1.20
Netzdrossel 100 mA 2.30
Netztrafo prim.: 110 / 125 / 220 V;
sec: 2 × 300 V, 70 mA; 4 V 2 Amp.; 6,3 V 3 Amp. 9.50
Heiztrafo prim.: 125 / 220 V;
sec.: 4 V / 6,3 V 0,8 Amp. 1.90
Heiztrafo prim.: 220 V; sec: 12,6 V 1,2 Amp. . 2.40

Lautsprecher, perm.-dyn. (Best.Industr.-Qual.)
100 mm ⌀ 1,5 W 8.90
130 mm ⌀ 2 W 8.90
150 mm ⌀ 3 W 10.50
250 × 170 mm (oval) 4 W 11.90
260 × 180 mm (oval) 6 W 17.90
Ausgangstrafo 4Ω/5 kΩ 6 W 2.10

Potentiometer:
500Ω log. o. Sch. . . . . —.60
20 kΩ lin. o. Sch. . . . . —.60
1,3 MΩ log. o. Sch. . . . . —.60
3 MΩ lin. o. Sch. . . . . —.85
10 kΩ log. m. Sch. 1.90
30 kΩ log. m. Sch. 1.90
50 kΩ log. m. Sch. 1.50
1,3 MΩ log. m. Sch. 1.70
2 MΩ lin. m. Sch. 1.90

Selen 25 V/1 Amp. Graetzschltg. (SIEMENS) 5.20
Quecksilberschalter . . . . —.80
Flachrelais Bv 391/14 (2 Arb.-, 2 Ruhekt.) 2000 Ω 1.70
Zerhackerpatrone WGL 2,4 a 2.90
Meßinstrument 300 V (Weicheisen) Fl.-⌀ 100 mm 6.90
Schallplattenmotor 110 V 4.50

Völkner

Radio-Völkner, Braunschweig, Ernst-Amme-Str. 11

Elegantia

WITTE & CO.
ÖSEN- U. METALLWARENFABRIK
WUPPERTAL - UNTERBARMEN
GEGR. 1868

Ein erfolgreiches neues Jahr mit

»RAVE« - Geschäftsbüchern - Karteien - Vordrucken

in Sonderausführung für den Radio-, Fernseh- und Phonohandel. Preisliste und Muster bitte kostenlos anfordern!

RADIO-VERLAG EGON FRENZEL · (21a) GELSENKIRCHEN
Postfach 354

STABILISATOREN

auch in Miniatur-Ausführung zur Konstanthaltung von Spannungen

STABILISATOR

STABILOVOLT GmbH., Berlin NW 87
Sickingenstraße 71 · Telefon 39 40 24

ROKA

Fenster-
Fernseh-
Antennen
nur
DM **19.50**

ROKA Fernseh-Fenster-Antenne

ROKA ROBERT KARST
BERLIN SW 29 · Gneisenaustraße 27

HARZ-SCHNELLOT

Radiolot

STANNOL

blitzschnell

WILHELM PAFF
Lötmittelfabrik · Wuppertal-Barmen

MIT KAETS BESSER GEHT'S

Radio-Röhren-Großhandel
H · KAETS
Berlin-Friedenau
Niedstraße 17
Tel. 83 22 20 · 83 30 42

UNDY
PHONO-CHASSIS

Bekannte Präzision, für 1 und 3 Geschwindigkeiten mit und ohne Verstärker, zum Einbauen oder im Koffer. Bitte verlangen Sie Katalog!

UNDY-WERKE, FRANKFURT/MAIN

Fernkurs »Antennentechnik«
Bitte fordern Sie Prospekt F an

KATHREIN

ANTON KATHREIN · ROSENHEIM (OBB.) Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

Für die Bezirke Bielefeld, Dortmund, Düsseldorf, Essen, Frankfurt, Hannover, Köln, Münster, Osnabrück, Wuppertal suchen wir

Fernseh-Spezialisten

mit überdurchschnittlichem Können. Bewerber mit Meisterbrief und Führerschein werden bevorzugt. Geboten wird Dauerstellung mit guten Aufstiegsmöglichkeiten.

RISTAU

FERNSEH-SERVICE
Dortmund, Bornstraße 62

Wir suchen sofort oder später für Frankfurt/M. jüngeren

Rundfunk-Mechaniker

für Kundendienstarbeiten an elektromedizinischen Verstärker-Geräten (EKG und EEG). Gute Schul- und Fachausbildung erwünscht. Vor Einsatz Werkausbildung vorgesehen. Ausführliche Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen an

Röntgen- und elektromed. Apparate
KURT PFEIFFER
Nürnberg – Frankfurt
Nürnberg, Marientorgraben 17

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Elo-Fachmann, 29 J., mit langj., selbständ. Praxis in Elo-Anlag., sucht ausbaufähigen Wirkungskrs. Ang. unt. Nr. 6467 A

VERKAUFE

2 K 28 Klystrons, 4 Stück je DM 35.– zu vk. Ang. unt. Nr. 6466 S

TELEWATT-Hi-Fi-Trafosätze in beschränkt. Anzahl für Hi-Fi-Amateure lieferb.: **Netztrafo TR–1** aus V – 120 p.: 110/125/220/240 V, s: 285 V/120 mA 6,3 V / 4 A. **Ultralinear-Ausgangsübertrag. TR–2** aus V–120 17 W/2×EL 84, 10 Hz...50 kHz b. ±1 dB, 20 Hz...20 kHz b. ±0,3 dB s: 6 u. 12 Ω. **Vorspannungstrafo TR–3** a. V-120 p.: 6,3 Volt; s. 12 Volt. Satzprs. o. TR–3 DM 57.- Satzprs. m. TR–3 DM 63.- Liefg. nur satzweise mit Schaltbild, franko Nachn. SCHWABEN-RADIO Stuttgart - Königstraße 41

Fernseh - Radio - Elektrogeräte. Röhren – Teile – Waschmaschinen, Öfen – Elektro - Gasherde. Wiederverkäuf. verlang. unseren 16seitigen Katalog. **Heinze, Rundfunkgroßhandlg., Coburg,** Fach 507

Gelegenheiten! Foto- u. Film-Kameras, Projektoren, Ferngläs., Tonfolien, Schneidgeräte usw. Sehr günst. STUDIOLA, Ffm 1

Edison-Sammler (nickel-Cadmium Akku) wenig gebraucht, gut. Zustand, auch Teillieferung
150 St. 2,4 V, 6 A p. St. 2.80
30 St. 2,4 V, 10 A p. St. 4.70
Krüger, München, Erzgießereistraße 29

SUCHE

Rundfunk- und **Spezialröhren** aller Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin, München 15,** Schillerstr. 18, Telefon 5 03 40

Meßgeräte, Röhren sow. **Restposten aller Art. Nadler, Berlin - Lichterfelde,** Unter d. Eichen 115

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **NEUMÜLLER,** München 2, Lenbachplatz 9

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Straße 24

Labor - Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Kaufe ganze **Röhren-Restposten** geg. Kasse. Ang. unt. Nr. 6460 T

Suche Rundfunkmechaniker

für komplett eingerichtete Rundfunkwerkstatt speziell Auto-Super-Instandsetzung u. -Einbau.

BOSCH-Dienst Ing. A. Coler
Münster/Westf. Hansaring 44/48

Für großes Privat-Anwesen in Bad Homburg v. d. H. wird ein **HAUSDIENER** ledig oder verheiratet für d. halbautom. Heizg., Installation, sowie andere Nebenarbeiten gesucht. Nach Möglichkeit sollten handwerkl., besond. elektrotechn. Fähigkeiten und Führerschein III vorhanden sein. Neben freier tadelloser Wohnung werden DM 500.– br. geboten. Nur Bewerbungen für eine Dauerstellung mit Lichtbild und Lebenslauf sind zu richten unter Nr. 6464 P

Bekanntes Kieler Industrieunternehmen sucht

Diplom-Ingenieur
Fachschul-Ingenieur · Techniker

als Gruppenleiter und Mitarbeiter im Labor, für Hoch- und Niederfrequenztechnik für interessante, vielseitige Entwicklungsaufgaben. Vollständige Bewerbungsunterlagen mit Angabe der Gehaltsansprüche unter Nr. 6469 L

Wir suchen bei höchster Vergütung

1 aufstrebenden **Verkaufsleiter**
mit überdurchschnittlichen Kenntnissen

2 junge flotte **Verkäufer**
mit allerbester Ausbildung

Bewerb. bitte an Frankfurts größtes Fachgeschäft
Radio-Diehl Frankfurt a. M., Kaiserstraße 5

HF- u. NF-Labor
mit Werkstatt u. techn. Büro u. Dokumentations-Abtlg. übernimmt: Schalt- u. Montage-Arbeiten; Entwicklungs-Aufträge, Auskunftsdienst, Beratungen, Eichungen
Karner-Labor
(13b) Bad Wiessee
Telefon Tegernsee 8581

Zur Unterstützung der Geschäftsleitung suchen wir für unsere Zentrale Ulm und unsere Filiale Ravensburg je einen unverheirateten

erfahrenen Rundfunkfachmann

in ausbaufähige, gut bezahlte Dauerstellung.

Das vielseitige, interessante Arbeitsgebiet erfordert gute techn. Ausbildung, umfassende Kenntnisse unserer Branche, kaufmännisches Einfühlungsvermögen, Verhandlungsgeschick und gewandtes Auftreten.

Bewerbungen mit Unterlagen an

SÜDSCHALL GMBH., ULM/DONAU
Rundfunk- und Fernsehgroßhandlung

Jüngerem, gewandten
Rundfunktechniker

bietet sich gut bezahlte Dauerstellung im Bodenseeraum. (Außendienst)

Bewerbungen erbeten unter Nr. 6468 N

Rundfunkmechaniker

gute Erfahrung FS, HF, NF

Verk.-Prax., Abitur, fl. Engl., Kenntn. Frz., Span., 26 J., verh., Führerschein Kl. III, an selbst. Arbeiten gewöhnt, sucht ausbauf. Stelle mögl. Ausland o. ä.

Angebote unter Nr. 6465 H erbeten

Wir suchen für unsere Abteilung Rundfunkteile - Elektro-Kleingeräte

1. Verkäufer

der selbständ. Arbeiten gewöhnt ist und freundlichst mit Kunden umzugehen versteht.

Wir bieten: Abwechslungsreiche, selbständige Tätigkeit, Dauerstellung

Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen an

HACK
das große Fachgeschäft - Göttingen, Groner Straße 32/33

Zeitgemäße Bezahlung und interessante Aufgaben

erwarten die neuen Mitarbeiter, die wir suchen.

HOCHFREQUENZ-INGENIEUR
und
MESSGERÄTETECHNIKER

für Entwicklung und Bau von HF- und NF-Meßeinrichtungen für unsere Prüffelder der Rundfunk- und Fernsehfertigung.

Ihre Bewerbung mit Lichtbild und den üblichen Unterlagen - prompte Bearbeitung wird zugesichert - senden Sie bitte an

SCHAUB APPARATEBAU
Abt. d. C. Lorenz Aktiengesellschaft Pforzheim, Oestliche 132
Personalabteilung

Namhaftes Werk der Elektroindustrie im süddeutschen Raum

sucht versierten

Lagerleiter

der möglichst über Branchekenntnisse (jedoch nicht Bedingung) verfügt und das Lagerwesen terminlich und organisatorisch beherrscht.

jüngere Rundfunkreparateure
jüngere Bandleiter bzw. Gruppenführer
jüngere Labortechniker

Absolventen der TH oder Techniker mit entsprechendem Praxisnachweis.

Bewerbung mit üblichen Unterlagen, Lichtbild und Gehaltswünschen zu richten unter Nr. 6470 E an den Franzis-Verlag.

VALVO
Miniatur-Transistoren
OC 65 · OC 66

Die kleinen äußeren Abmessungen von Transistoren sind ein wesentlicher Grund dafür, daß diese neuen Schaltelemente in der Gerätefertigung zuerst für Schwerhörigen-Geräte eingesetzt wurden. Inzwischen sind auch die übrigen Bauteile für diese Geräte verkleinert worden, so daß es wünschenswert erschien, die schon an sich winzigen Transistoren in noch kleineren Ausführungen zu fertigen.

Die beiden neuen VALVO p-n-p-Flächentransistoren in Miniaturtechnik, die Typen OC 65 und OC 66, haben ein Gehäuse, welches nur 3x4x7 mm groß ist. Man erhält eine Vorstellung von der Winzigkeit dieser Transistoren, wenn man bedenkt, daß sich in eine Streichholzschachtel 168 Exemplare OC 65 oder OC 66 legen lassen.

In den elektrischen Eigenschaften entspricht der Transistor OC 65 dem Typ OC 70, der Transistor OC 66 dem Typ OC 71. Die Transistoren sind daher in den gleichen Schaltungen zu verwenden, wie sie für die Typen OC 70 und OC 71 bereits bekannt geworden sind.

In der Abbildung ist als Beispiel die Schaltung einer 4-stufigen Hörhilfe mit 3 x OC 65, 1 x OC 66 gezeigt. Das Gerät arbeitet mit einer Betriebsspannung von 2,4 V. Es hat eine Ausgangsleistung von 2 mW bei einem Klirrfaktor von 5%. Die mittlere Stromaufnahme beträgt 3,5 mA.

VALVO

HAMBURG 1 BURCHARDSTRASSE 19